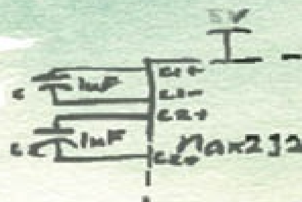





STEVEN JOHNSON

Khương Duy - Linh Chi - Kim Tiến dịch

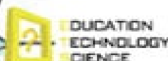


6 PHÁT MINH LÀM NÊN THỜI ĐẠI

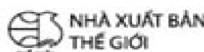



Thế giới hiện đại được hình thành thế nào?











Mục lục

Đánh giá về Steven Johnson

"Johnson là một học giả thông thái… Dòng suy nghĩ khó đoán định của anh khiến ta bị cuốn theo mãnh liệt. Để giải thích lý do tại sao một số ý tưởng đã đảo lộn thế giới, anh đã vận dụng nhiều môn học: hóa học, lịch sử xã hội, địa lý, thậm chí cả khoa học về hệ sinh thái."

– Los Angeles Times

"Steven Johnson là bậc thầy về lịch sử ý tưởng… Cuốn sách này rất tường minh, thú vị và thách thức cảm giác chán chường thường thấy với những điều kỳ diệu quanh ta."

– The Guardian

"Quan điểm [của Johnson] rất đơn giản, quan trọng và đúng dịp: Trong suốt tiến trình phát triển mau lẹ của các phát minh, có sự náo động khi cư dân thành phố cố gắng hiểu nó… Johnson là một cây bút tài năng, anh đưa ra những chủ đề phức tạp, rối rắm và khiến cho tiến trình phát triển của chúng trở nên dễ hiểu."

– The Washington Post

"Giữa các cuốn sách tao nhã về lịch sử sáng chế công nghệ, Steven Johnson trở thành một trong những người tán thành vai trò hợp tác trong sáng tạo… Sự uyên bác của Johnson khiến ta có phần sửng sốt."

– The Wall Street Journal

"Một cuốn sách thực sự khó tin… một lối sáng tạo khi nói về lịch sử."

– Jon Stewart

"Cuốn sách này sở dĩ có thể mở mang cho người đọc vì khả năng đánh giá sự tiến bộ của loài người như một mạng lưới ảnh hưởng rộng lớn hơn là chuỗi phát minh đơn lẻ nối tiếp nhau và kết quả là sự tụng ca tót vời với trí khôn nhân loại."

– The Daily Beast

“Say mê tuyệt đối… thực là một cuốn sách đáng kinh ngạc.”

– CBS This Morning

“Độc giả của 6 phát minh làm nên thời đại không thể quên sự tài hoa của nhân loại, và của Johnson, những điều thường rối rắm nhưng có sức mạnh đáng kinh ngạc trong diễn tiến về sau.”

– San Francisco Chronicle

“[Johnson] viết về khoa học và công nghệ một cách tao nhã mà gần gụi, anh có sức lây lan niềm hứng khởi trong các chủ đề của mình… Mỗi chương sách đầy ăm ắp những liên kết lạ lùng, hấp dẫn.”

– Barnes and Noble Review

“Từ kỹ thuật lắp đặt cống ngầm, theo nghĩa đen, là nâng cả Chicago của thế kỷ 19 đến 23 người góp sức sáng tạo bóng đèn điện trước Thomas Edison, [6 phát minh làm nên thời đại] là một niềm phấn khích nhiều tầng cảm xúc.”

– Nature Review

“Sự lý giải rõ ràng và hấp dẫn về khoa học, phát minh, sự ngẫu nhiên và cảm hứng đã đưa đường đến thế giới ngày nay ta đang sống.”

– Minneapolis Star Tribune

Lời giới thiệu Sử gia robot và đôi cánh chim ruồi

Khoảng hơn hai thập kỷ trước, Manuel De Landa, triết gia – nghệ sĩ người Mỹ gốc Mexico, đã xuất bản cuốn sách lạ lùng và thú vị mang tên War in the Age of Intelligent Machines (Chiến tranh trong Kỷ nguyên Máy móc thông minh). Đó chính xác là một bản phác họa xuất sắc về lịch sử khoa học công nghệ quân sự, nhưng không giống với bất kỳ tưởng tượng thông thường nào về thể loại này. Thay vì những bản hùng ca về kỹ thuật tàu ngầm được một giáo sư nào đó của Học viện Hải quân Hoa Kỳ chấp bút, cuốn sách của De Landa đan cài thuyết hỗn mang, sinh học tiến hóa, và triết học hậu cấu trúc luận Pháp vào lịch sử hình thành của viên đạn hình nêm, ra-đa và các phát minh quân sự khác. Tôi nhớ thời đọc cuốn sách này lúc còn là một sinh viên sau đại học ngoài hai mươi tuổi, tôi từng nghĩ đây là cuốn sách độc đáo đến mức De Landa hẳn phải đến từ một hành tinh văn minh ngoài Trái đất. Nó vừa mê hoặc lại vừa khiến ta bối rối sâu sắc.

De Landa mở đầu cuốn sách với lối đặt vấn đề thông minh bất ngờ. Ông đặt giả định về một tác phẩm lịch sử của thiên niên kỷ trước do một dạng trí tuệ nhân tạo viết vào thời điểm nào đó ở tương lai. De Landa lập luận: “Bạn hẳn tưởng tượng những sử gia robot đó sẽ viết nên một thứ lịch sử hoàn toàn khác so với sử gia con người.” Những sự kiện vĩ đại qua lời kể của con người – như cuộc chinh phục châu Mỹ của người da trắng, sự sụp đổ của đế chế La Mã, Đại Hiến chương Magna Carta – sẽ chỉ là tiểu tiết theo quan điểm của sử gia robot. Những sự kiện tưởng chừng nằm bên lề lịch sử – như những món đồ chơi tự động giả bộ chơi cờ ở thế kỷ 18, máy dệt Jacquard từng gợi cảm hứng cho phiếu đục lỗ của ngành máy tính thuở sơ khai – dưới ngòi bút của sử gia robot lại trở thành những sự kiện mang tính bước ngoặt, là sợi dây liên hệ trực tiếp tới hiện tại. “Trong khi sử gia con người cố gắng tìm hiểu cách con người tạo ra các cỗ máy, xe cơ giới và các loại máy móc khác; thì sử gia robot sẽ xem trọng ảnh hưởng của máy móc đến lịch sử tiến hóa của loài người. Sử gia robot sẽ nhấn mạnh rằng khi các cỗ máy trở thành công nghệ chủ đạo trên hành tinh này, con người đã hình dung thế giới xung quanh họ cũng là một hệ thống tương tự với răng cưa và bánh xe.” De Landa lý giải.

Ơn Chúa, sẽ không có trí tuệ robot nào trong cuốn sách này. Các phát minh được đề cập ở đây không nằm trong truyện khoa học viễn tưởng mà đều thuộc về đời sống thực: bóng đèn điện, máy ghi âm, điều hòa, ly nước máy sạch, đồng hồ đeo tay, thấu kính. Nhưng tôi sẽ cố gắng kể về các phát minh này từ góc độ một cỗ máy viết sử như De Landa đề cập. Bởi nếu chiếc bóng đèn có thể viết về lịch sử 300 năm qua, hẳn cái lịch sử ấy sẽ rất khác. Chúng ta sẽ thấy quá khứ loài người gắn bó mật thiết với hành trình đi tìm ánh sáng nhân tạo, bao nhiêu tài năng và công sức đã đổ vào cuộc chiến chống lại bóng tối, và các phát minh đã thúc đẩy những thay đổi thoạt đầu tưởng chừng không liên quan gì tới bóng đèn ra sao.

Đó là một lịch sử đáng để kể lại cho hậu thế, một phần bởi nó cho phép chúng ta nhìn lại thế giới mà bấy lâu ta vẫn mặc nhiên thừa nhận bằng con mắt khác. Trong thế giới phát triển ngày nay, chúng ta đa phần không dừng lại để nhận ra điều kỳ diệu của việc uống nước máy từ vòi mà không phải lo lắng rằng 48 giờ sau có thể chết vì bệnh tả. Nhờ có điều hòa, nhiều người có thể sống thoải mái trong các điều kiện khí hậu mà chỉ mới 50 năm trước còn là bất khả chịu đựng. Bao quanh chúng ta và trợ giúp chúng ta là hàng vạn món đồ được phù phép bởi ý tưởng và sáng tạo của hàng vạn người đi trước: nhà phát minh, người đam mê, nhà cải cách – họ đã từng bước giải quyết các vấn đề như ánh sáng nhân tạo hay nước sạch để ngày nay chúng ta có thể yên tâm, thoải mái tận hưởng các xa xỉ phẩm này, thậm chí chúng ta còn không nghĩ chúng là đồ xa xỉ. Các sử gia robot hẳn sẽ nhắc nhở chúng ta chịu ơn những con người ấy cũng nhiều như – thậm chí nhiều hơn – lòng tri ân mà chúng ta dành cho các bậc quân vương, thống lĩnh lẫy lừng hay yếu nhân trong lịch sử.

Còn một lý do nữa để chúng ta quan tâm đến lịch sử từ giác độ này: những phát minh đó đã tạo đà cho một loạt thay đổi xã hội hơn cả mong đợi. Thông thường, các phát minh nảy sinh từ nỗ lực giải quyết một vấn đề cụ thể, nhưng khi được đưa vào đời sống, chúng lại kích hoạt những thay đổi khó lường. Trong sinh học, thuật ngữ cho hiện tượng này được gọi là đồng tiến hóa (coevolution). Hãy nghĩ về hành vi thụ phấn: ở kỷ Phấn trắng, các loài hoa tiến hóa về màu sắc và hương thơm để phát đi tín hiệu thông báo có phấn cho côn trùng; về phần mình, côn trùng cũng tiến hóa các công cụ tinh vi để lấy phấn hoa và vô tình thụ phấn cho bông hoa khác. Dần dần, hoa cũng bồi thêm phấn cùng mật ngọt ngào để dụ côn trùng tới thụ phấn. Ong và các loài côn

trùng khác tiến hóa cơ quan cảm giác để có thể nhìn thấy và bị thu hút về phía hoa, cũng giống việc hoa tiến hóa các đặc tính thu hút loài ong. Đây là một dạng khác của quá trình chọn lọc tự nhiên, không phải kiểu cạnh tranh một mất một còn thông thường như trong phiên bản nói giảm của thuyết Darwin, mà thiên về tính cộng sinh: côn trùng và hoa đều có lợi vì chúng phù hợp với nhau về mặt lý tính. Tầm quan trọng của mối quan hệ này đã được Charles Darwin đề cập đến trong cuốn sách viết về thụ phấn của phong lan, xuất bản sau On the Origin of Species (Nguồn gốc các loài).

Những tương tác đồng tiến hóa này thường kéo theo sự biến đổi của các sinh vật dường như không liên quan. Sự cộng sinh giữa thực vật có hoa và côn trùng rốt cuộc đã tạo cơ hội cho chim ruồi hút mật từ cây; tuy nhiên, để làm được điều này, chim ruồi đã phải tiến hóa để có một đặc điểm khí động học đặc biệt, cho phép chúng bay lượn quanh các bông hoa theo cách mà không loài chim nào làm được. Côn trùng có thể giữ thăng bằng trên đường bay nhờ đặc tính linh hoạt do thiếu xương sống. Mặc dù bị hạn chế về cấu trúc bộ xương, nhưng chim ruồi đã tiến hóa lạ lùng về động tác xoay cánh, giúp chúng tự do lên xuống, lơ lửng giữa không trung khi hút mật hoa. Đó là những bước nhảy lạ lùng mà tiến hóa liên tục thực hiện: các chiến lược sinh sản hữu tính của thực vật sau cùng lại thiết kế nên đôi cánh cho chim ruồi. Một số nhà tự nhiên học đã quan sát sự tiến hóa hành vi thụ phấn của côn trùng theo các loài hoa, họ cho rằng hành vi mới kỳ lạ đó không liên quan gì đến loài chim. Nhưng cuối cùng nó đã tạo nên biến đổi bất ngờ về mặt hình thái cơ thể trong lịch sử tiến hóa của loài chim.

Câu chuyện về các ý tưởng và phát minh cũng diễn ra như vậy. Chiếc máy in của Johannes Gutenberg làm bùng nổ nhu cầu mua kính mắt, bởi thói quen mới là đọc sách đã khiến đại bộ phận cư dân châu Âu chợt nhận ra họ bị viễn thị; thị trường kính mắt lại khuyến khích con người sản xuất và thử nghiệm nhiều loại thấu kính, từ đó dẫn đến phát minh về kính hiển vi, thứ chẳng bao lâu sau lại giúp chúng ta nhận ra rằng cơ thể con người được tạo nên từ các vi tế bào. Hẳn bạn không thấy mối liên hệ nào giữa công nghệ in và việc mở rộng tầm nhìn thị giác của con người tới cấp độ tế bào, cũng như bạn không nghĩ rằng quá trình tiến hóa của phấn hoa lại có thể thay đổi cấu trúc đôi cánh chim ruồi. Nhưng đó là cách sự thay đổi diễn ra.

Thoạt nghe, đây dường như là một biến thể của “hiệu ứng cánh bướm” nổi

tiếng trong thuyết hỗn mang, theo đó cái đập cánh khẽ khàng của một con bướm ở California có thể gây nên cả một trận bão ở giữa Đại Tây Dương. Song, thực tế, đây là hai câu chuyện hoàn toàn tách biệt. Tính phi thường (và bất ổn) của hiệu ứng cánh bướm thể hiện ở chỗ nó bao gồm một chuỗi nhân quả gần như bất khả kiến; bạn không thể vạch ra mối liên hệ giữa các phân tử khí dao động quanh con bướm và trận cuồng phong đang kéo đến Đại Tây Dương. Chúng có thể liên quan đến nhau, bởi ở mức độ nào đó, vạn vật đều liên quan đến nhau, nhưng chỉ riêng việc phân tích mối liên hệ thôi đã nằm ngoài khả năng của chúng ta, và việc dự báo thậm chí còn khó hơn thế. Câu chuyện giữa bông hoa và chim ruồi lại rất khác: tuy chúng là những sinh vật khác nhau, với những nhu cầu và khả năng khác biệt, nhưng bỏ qua hệ thống sinh học cơ bản ấy, có thể dễ dàng hiểu được cách bông hoa gây ảnh hưởng trực tiếp lên hình dáng chim ruồi.

Cuốn sách này dành một phần viết về những chuỗi hiệu ứng kỳ lạ đó – "hiệu ứng chim ruồi". Một phát minh, cụm phát minh trong lĩnh vực nào đó cuối cùng lại gây ra biến đổi ở địa hạt hoàn toàn khác biệt. Hiệu ứng chim ruồi có rất nhiều dạng thức. Một số dễ dàng nhìn thấy: sự phát triển hàng chục lần trong việc chia sẻ năng lượng và thông tin đã tạo lực cho làn sóng thay đổi tràn qua các biên giới trí tuệ và xã hội. (Như lịch sử Internet 30 năm qua.) Nhưng có những dạng thức lại rất khó nhận ra; chúng để lại phía sau những dấu chân mờ nhạt. Đột phá trong nhận thức đo lường các hiện tượng – thời gian, nhiệt độ, khối lượng – thường mở ra cơ hội mà thoạt tiên có vẻ chẳng liên quan. (Đồng hồ quả lắc đã kích hoạt các thành phố công nghiệp trong cách mạng công nghiệp.) Thi thoảng, như trong trường hợp ngành in ấn và thấu kính, phát minh mới đã tạo ra nghĩa vụ hay nhược điểm cho một công cụ, đưa chúng ta rẽ sang hướng mới, tạo ra công cụ mới sửa chữa "trục trặc" của chính phát minh. Thi thoảng, công cụ mới lại làm yếu đi rào cản hay giới hạn tự nhiên trong sự phát triển nhân loại, như cách phát minh điều hòa nhiệt độ thúc đẩy con người chiếm lĩnh các điểm nóng khắp hành tinh trên quy mô mà tổ tiên chúng ta cách đây vài ba thế hệ cũng phải ngỡ ngàng. Thi thoảng, công cụ mới lại ảnh hưởng đến chúng ta theo phép ẩn dụ, như trong liên hệ của sử gia robot về đồng hồ và góc nhìn cơ khí của vật lý sơ khai, vũ trụ được hình dung là hệ thống "bánh xe và răng cưa".

Quan sát hiệu ứng chim ruồi trong lịch sử giúp chúng ta hiểu rõ hơn rằng sự biến chuyển xã hội hiếm khi là kết quả trực tiếp của quyền thế hay quyết

sách. Thi thoảng, sự thay đổi thông qua hành động của nhà cầm quyền, nhà phát minh hay phong trào phản kháng, những người chủ đích đem đến một hiện thực mới mẻ. (Chúng ta có hệ thống xa lộ liên bang ở hầu khắp nước Mỹ vì những nhà cầm quyền đã thông qua Đạo luật Liên bang Tài trợ Xã hội năm 1956.) Nhưng trong những trường hợp khác, ý tưởng và phát minh dường như có cuộc sống tự thân, gây ra những thay đổi không nằm trong tầm nhìn của chính người sáng tạo ra chúng. Phát minh điều hòa không chủ đích vẽ lại bản đồ chính trị Hoa Kỳ khi làm lạnh các căn phòng và tòa cao ốc, nhưng như chúng ta sẽ thấy, nó đã kích hoạt mạnh mẽ sự thay đổi trong mô thức định cư, dẫn đến những thay đổi về cơ cấu ghế trong Quốc hội và Nhà Trắng.

Tôi cố gắng tránh sự cám dỗ dễ hiểu, đánh giá những thay đổi này với một kiểu định giá giá trị nào đó. Chắc chắn cuốn sách này là sự tri ân với trí khôn nhân loại, nhưng khi một phát minh ra đời, nó cũng gây nên các hệ quả phức tạp, khó lường như khi lan rộng vào xã hội. Phần lớn các ý tưởng được văn hóa "sàng lọc" rõ ràng đều là những tiến bộ: trong trường hợp chúng ta lựa chọn một công nghệ hoặc phương pháp khoa học ít hiệu quả và chính xác hơn, đó chính là các ngoại lệ để chứng minh quy tắc này. Và ngay cả trong ngắn hạn chúng ta chọn công nghệ VHS thấp kém hơn thay vì Betamax thì sau cùng chúng ta vẫn có DVD với hiệu năng vượt trội so với cả hai. Vì thế, khi nhìn vòng cung lịch sử dưới góc độ này, nó luôn có xu hướng hướng về các công cụ hiệu quả hơn, nguồn năng lượng mạnh mẽ hơn, cách truyền dữ liệu tối ưu hơn.

Vấn đề nằm ở các ngoại ứng và hệ quả ngoài tiên lượng. Khi Google tung ra công cụ tìm kiếm đầu tiên vào năm 1999, nó là một bước tiến vĩ đại, vượt xa bất kỳ kỹ thuật khai thác dữ liệu web khổng lồ nào trước đó. Gần như ai cũng hân hoan: Google giúp thế giới web trở nên hữu dụng hơn, và miễn phí. Nhưng rồi Google bắt đầu bán quảng cáo gắn với các yêu cầu tra cứu mà nó nhận được và chỉ sau vài năm, hiệu năng của các công cụ tìm kiếm (cùng một số dịch vụ mua sắm trực tuyến như Craigslist) đã khiến mục quảng cáo trên các tờ báo địa phương khắp nước Mỹ trống trơ. Không mấy ai lường nổi diễn tiến này, kể cả những nhà sáng lập Google. Bạn có thể lập luận – thực ra khi nó xảy ra, tôi có thể sẽ lập luận – sự đánh đổi này là đáng giá và chính những thử thách mà Google đặt ra sẽ thôi thúc sự ra đời các hình thức báo chí ưu việt hơn, trên nền tảng những cơ hội có một không hai của web thay vì báo in. Song chắc chắn cũng xảy ra trường hợp, sự trỗi dậy của quảng cáo mạng

dẫn tới sự lụi tàn của báo giấy – thứ hàng hóa công thiết yếu. Tranh luận kiểu vậy có thể nổ ra với bất kỳ tiến bộ kỹ thuật nào: ô tô giúp chúng ta di chuyển hiệu quả hơn ngựa song nó có đáng để đánh đổi bằng môi trường hoặc một thành phố đi bộ trong lành? Điều hòa giúp ta sống tốt cả trên sa mạc nhưng cái giá phải trả cho nguồn nước là gì?

Những câu hỏi về giá trị đó hoàn toàn bất khả kiến trong cuốn sách này. Tìm câu trả lời cho câu hỏi: liệu sự thay đổi có tốt cho nhân loại về lâu dài không, khác với việc tìm cách thức sự thay đổi ấy ngay từ nguồn cội. Cả hai dạng câu hỏi tìm kiếm trên đều quan trọng nếu chúng ta muốn hiểu rõ lịch sử và vạch ra con đường đến tương lai. Chúng ta cần hiểu cách sự sáng tạo diễn ra trong xã hội; chúng ta cần cố gắng hết sức để dự đoán và hiểu thấu hiệu ứng chim ruồi – khi mỗi một phát minh bén rễ lại khiến nhiều lĩnh vực khác biến chuyển. Đồng thời, chúng ta cần một hệ thống giá trị để quyết định khuynh hướng nào nên được khuyến khích và những lợi ích nào không đáng với các chi phí hữu hình. Trong cuốn sách này, tôi cố gắng giải thích kỹ càng các hệ quả, cả tiêu cực lẫn tích cực, của các phát minh được nhắc đến. Ống chân không giúp đưa nhạc jazz đến với khán giả đại chúng nhưng cũng giúp khuếch trương màn diễu hành Nuremberg1. Cuối cùng, bạn cảm nhận về các biến chuyển này như thế nào – liệu đời sống của con người có tốt lên nhờ phát minh ra ống chân không? Sự đánh giá sau cùng tùy thuộc vào niềm tin chính trị và cách nhìn nhận các biến động xã hội của bạn.

Tôi cũng phải đề cập với các bạn về phạm vi tập trung: đại từ “chúng ta” trong cuốn sách chủ yếu nói về người dân ở Bắc Mỹ và châu Âu. Hành trình từ quá khứ đến hiện tại của Trung Quốc và Brazil hiển nhiên cũng rất thú vị, nhưng là một câu chuyện khác. Việc giới hạn vào hành trình của cư dân châu Âu/Bắc Mỹ tuy có phạm vi nhỏ hẹp nhưng lại phù hợp hơn, bởi các sự kiện trọng yếu – sự trỗi dậy của phương pháp nghiên cứu khoa học, quá trình công nghiệp hóa – đều khởi phát từ châu Âu, và giờ đây đã lan ra toàn thế giới. (Tại sao chúng khởi phát ở châu Âu hẳn là câu hỏi thú vị bậc nhất nhưng cuốn sách này không phải một câu hỏi, nó tìm cách trả lời.) Những món đồ bị phù phép của đời sống hằng ngày – bóng đèn, mắt kính, máy ghi âm – giờ đã trở thành một phần cuộc sống ở bất cứ đâu trên hành tinh này; do đó kể lại câu chuyện ngàn năm dưới góc nhìn của chúng sẽ gây hứng thú cho bất kỳ ai sống ở bất cứ nơi nào. Những cách tân chịu ảnh hưởng của lịch sử địa chính trị, thường tập trung ở các thành phố và trung tâm thương mại. Song về lâu

dài, chúng không chịu trói mình sau các biên giới và bản sắc dân tộc, nhất là trong thế giới được kết nối của chúng ta.

Tôi đã cố gắng tuân thủ sự tập trung này, bên trong ranh giới, bởi nếu không cuốn sách này sẽ mở rộng hết mức có thể. Chẳng hạn, khi thuật lại câu chuyện về khả năng thu và truyền phát âm thanh của con người, đó không đơn giản chỉ là tiểu sử của một vài nhà phát minh thiên tài như Edison hay Graham Bell, những cái tên mà học trò nào cũng nhớ. Câu chuyện còn liên quan đến những bức vẽ giải phẫu học vào thế kỷ 18 mô tả đôi tai con người, vụ đắm tàu Titanic, các phong trào nhân quyền và cả các đặc tính âm thanh kỳ lạ của một ống chân không bị vỡ. Đây là cách tiếp cận mà ở đâu đó tôi đã gọi là phương pháp lịch sử “toàn cảnh”: nỗ lực giải thích những thay đổi của lịch sử bằng cách đồng thời xem xét nhiều cấp độ trải nghiệm – từ các rung động của sóng âm thanh trên màng nhĩ cho tới các phong trào chính trị rộng lớn. Sẽ trực quan hơn nếu ta tường thuật lịch sử trên giác độ cá nhân hoặc quốc gia nhưng ở một cấp độ căn bản nào đó, việc giới hạn giữa hai phạm vi này là không chính xác. Lịch sử đã diễn ra ở cả cấp độ nguyên tử và cấp độ biến đổi khí hậu toàn cầu, cũng như ở mọi cấp độ ở giữa hai mức này. Nếu muốn kể lại câu chuyện một cách trung thực, chúng ta cần một cách tiếp cận diễn giải có thể đánh giá bao quát tất cả các cấp độ.

Nhà vật lý Richard Feynman từng diễn tả mối quan hệ giữa mỹ học và khoa học trong một sơ đồ tương tự:

Tôi có một người bạn là họa sĩ, đôi khi ông ấy có những quan điểm mà tôi không đồng tình cho lắm. Cầm một đóa hoa, ông ấy ngợi ca: “Trông mới đẹp làm sao!” và tôi đồng ý. Sau đó ông ấy nói: “Là một họa sĩ, tôi cảm nhận được vẻ đẹp này nhưng anh, một nhà khoa học, lại mổ xẻ khiến nó trở nên tẻ nhạt.” Tôi thấy ông ấy hơi thiển cận. Đầu tiên, tôi tin là vẻ đẹp mà ông bạn tôi trông thấy hiển hiện với tất cả mọi người và cả với tôi. Mặc dù có thể tôi không có mắt thẩm mỹ tinh tế như ông ấy, tôi vẫn ngưỡng mộ vẻ đẹp của đóa hoa. Đồng thời, tôi nhìn thấy nhiều thứ ẩn sau đóa hoa hơn ông ấy. Tôi có thể hình dung các tế bào và các hoạt động tinh tế bên trong, đó cũng là một vẻ đẹp. Ý tôi là vẻ đẹp không chỉ có ở chiều kích một xentimét mà còn nằm ở các chiều kích nhỏ hơn, ở cấu trúc bên trong và ở cả những quá trình. Việc màu sắc của đóa hoa sinh ra để dụ côn trùng đến thụ phấn thật thú vị; nó có nghĩa côn trùng cũng nhìn thấy màu sắc. Nó đặt thêm một câu hỏi: liệu ý

niệm thẩm mỹ có tồn tại ở các dạng sống nhỏ bé này? Vì sao nó có tính thẩm mỹ? Tri thức khoa học sẽ bổ sung thêm các câu hỏi thú vị này vào vẻ đẹp, sự bí ẩn và đáng ngưỡng mộ của đóa hoa. Nó chỉ thêm vào. Tôi không hiểu hai thứ ấy có thể loại trừ lẫn nhau ở đâu.

Sức lôi cuốn khó cưỡng trong câu chuyện về các nhà phát minh hay nhà khoa học vĩ đại, như Galileo và chiếc kính viễn vọng, chính là việc lần đường tới ý tưởng đột phá. Song một câu chuyện khác sâu lắng hơn cũng cần được kể: khả năng chế tạo thấu kính phụ thuộc vào các tính chất cơ học lượng tử độc đáo của silic điôxit hay sự sụp đổ của thành Constantinople như thế nào. Kể chuyện dưới góc nhìn toàn cảnh như vậy không loại trừ lối mô tả truyền thống, vốn chỉ tập trung vào tài năng của Galileo. Nó chỉ bổ sung thêm mà thôi.

Tháng 2 năm 2014

Quận Marin, California

Chương 1Thủy tinh

Khoảng 26 triệu năm trước, có điều gì đó đã xảy ra trên những lớp cát của sa mạc Libya, vùng đất ảm đạm, khô cằn đến phi lý đánh dấu bờ đông Sahara. Chúng ta không biết chính xác chuyện gì đã xảy ra, chỉ biết rằng rất nóng. Những hạt cát nóng chảy rồi kết dính lại với nhau dưới sức nóng không dưới 500^{o}C. Hợp chất silic điôxit được tạo thành có một số tính chất hóa học lạ lùng. Giống H2O, chúng có dạng tinh thể khi ở thể rắn, và hóa lỏng khi bị nung nóng. Song silic điôxít có nhiệt độ hóa lỏng cao hơn nước nhiều: bạn cần mức nhiệt khoảng 3000C. Tuy vậy, điểm đặc biệt của silic điôxit lại nằm ở quá trình nguội đi của nó. Mỗi khi nhiệt độ giảm, nước ở thể lỏng lại vui vẻ trở về dạng tinh thể băng. Nhưng vì một vài lý do, silic điôxit không có khả năng tái sắp xếp để trở về cấu trúc tinh thể ban đầu. Thay vào đó, nó trở thành loại vật chất mới, lơ lửng giữa thể lỏng và thể rắn, ám ảnh nhân loại từ buổi đầu của nền văn minh. Khi những hạt cát bỏng đó hạ nhiệt dưới mức hóa lỏng, một dải dài của sa mạc Libya đã được phủ một lớp vật chất mà ngày nay chúng ta gọi là thủy tinh.

Khoảng một vạn năm trước đây, có thể xê xích một vài thiên niên kỷ, ai đó khi băng qua sa mạc đã tìm thấy một mảnh thủy tinh lớn. Chúng ta không biết gì hơn về mảnh thủy tinh ấy, trừ việc nó hẳn gây ấn tượng mạnh cho bất kỳ ai chạm vào, bởi nó đã lưu lạc qua nhiều khu chợ và mạng lưới của nền văn minh non trẻ, chỉ dừng lại khi được chạm thành hình bọ hung trang trí. Nó lặng lẽ nằm đó hơn bốn ngàn năm cho đến khi được phát hiện trong quá trình khai quật ngôi mộ của một hoàng đế Ai Cập vào năm 1922. Kỳ lạ thay, mảnh silic điôxit bé nhỏ này đã chu du từ sa mạc Libya đến tận hầm mộ của vua Tutankhamun.

Dưới thời cực thịnh của đế chế La Mã, thủy tinh lần đầu tiên từ một vật trang trí đơn thuần đã trở thành kỹ thuật tiên tiến khi những người thợ thủy tinh tìm ra cách khiến nó cứng và trong hơn loại thủy tinh tự nhiên như con bọ hung của vua Tut. Rồi từ đó, cửa sổ kính lần đầu tiên được đưa vào sử dụng, đặt nền móng cho các tòa nhà kính lấp lánh nơi đường chân trời khắp thế giới ngày nay. Tính thẩm mỹ hình ảnh của việc thưởng thức rượu tăng lên rõ rệt khi người ta dùng ly thủy tinh nửa trong suốt và trữ rượu trong chai thủy tinh. Tuy vậy, theo một cách nào đó, lịch sử ban đầu của thủy tinh tương đối dễ

đoán: những người thợ thủ công đã tìm ra cách nung chảy cát thành ly uống rượu hoặc ô kính cửa sổ, các ứng dụng mà ngày nay chúng ta mặc định gắn với thủy tinh. Phải chờ đến thiên niên kỷ tiếp theo, khi một đế chế vĩ đại khác sụp đổ thì thủy tinh mới đạt tới vị trí như ngày nay: một trong những vật liệu đa dụng và dễ biến đổi nhất trong lịch sử loài người.



Miếng che ngực tráng men vàng, trang trí đá quý và thủy tinh, ở giữa là hình bọ hung xòe cánh, biểu tượng của sự hồi sinh. Cổ vật từ lăng mộ của Pharaoh Tutankhamun



Ảnh chụp khoảng năm 1900: Lọ thủy tinh đựng thuốc mỡ bôi da của người La Mã, khoảng thế kỷ 1, 2

SỰ KIỆN THÀNH CONSTANTINOPLE THẤT THỦ năm 1204 đã gây chấn động toàn cầu. Các triều đại sụp đổ, các đội quân vùng dậy rồi tan rã, bản đồ thế giới được vẽ lại. Sự thất thủ của thành Constantinople còn dẫn đến một sự kiện tưởng chừng rất nhỏ bé, lọt thỏm giữa những cuộc tái cấu trúc tôn giáo, thống trị địa chính trị lớn lao và bị phần lớn các sử gia đương thời lãng quên. Một nhóm thợ thủy tinh đã dong buồm từ Thổ Nhĩ Kỳ hướng về phía tây, băng qua Địa Trung Hải để tới định cư ở Venice, bắt đầu bán hàng ở thành phố trẻ và giàu có, vươn lên từ đầm lầy ven biển Adriactic.

Dù chỉ là một trong hàng ngàn cuộc di cư do hậu quả của sự kiện thành Constantinople sụp đổ nhưng khi nhìn lại các thế kỷ sau, hóa ra đó lại là một trong những cuộc di cư nổi bật nhất. Khi ngụ cư ở những con kênh và những đường phố quanh co của Venice, nơi bấy giờ được coi là trung tâm giao thương quan trọng nhất toàn cầu, kỹ thuật thổi thủy tinh của họ nhanh chóng tạo ra mặt hàng xa xỉ mới, cung cấp cho các thương nhân trong thành đem bán khắp thế giới. Dẫu lời lãi lớn nhưng nghề thủy tinh cũng không tránh khỏi nghĩa vụ pháp lý. Nhiệt độ hóa lỏng của silic điôxit đòi hỏi những lò nung lên đến hơn 3000C, mà Venice khi đó lại là thành phố có kiến trúc gần như hoàn toàn từ gỗ. (Cung điện đá cổ kính của các đời tổng trấn phải chờ vài thế kỷ sau mới được dựng nên.) Thợ thủy tinh không chỉ mang lại nguồn của cải mới cho Venice mà còn đem lại cả thông lệ kém hấp dẫn hơn, đó là thiêu

rụi khu dân cư.

Vào năm 1291, nhằm bảo vệ cả kỹ thuật của thợ thủy tinh lẫn sự an toàn của dân cư, giới chức thành phố đã lưu đày các thợ thủy tinh một lần nữa, tuy lần này hành trình rất ngắn: một dặm băng qua vịnh Venice để tới đảo Murano. Các tổng trấn thành Venice không ngờ, họ đã tạo ra một trung tâm sáng tạo: nhờ việc tập trung thợ thủy tinh trên một hòn đảo lẻ loi, rộng bằng một khu phố nhỏ, họ đã châm ngòi cho làn sóng sáng tạo và khai sinh ra môi trường “lan tỏa thông tin”, theo cách gọi của các nhà kinh tế học. Mật độ dân cư đông đúc ở Murano giúp cho các ý tưởng mới mẻ lan nhanh trong hầu khắp cộng đồng. Các thợ thủy tinh vẫn là đối thủ của nhau, nhưng về mặt huyết thống, lại gắn kết với nhau chặt chẽ. Dẫu vài bậc thầy thuộc về nhóm tài hoa hoặc thạo nghề vượt bậc, nhưng về tổng thể, tinh hoa của Murano là sản phẩm tập thể: thứ được kiến tạo từ sự chia sẻ cùng áp lực cạnh tranh.

Những năm đầu thế kỷ tiếp theo, Murano nổi tiếng với tên gọi Đảo Thủy tinh. Những chiếc bình trang trí họa tiết và đồ thủy tinh tao nhã trở thành biểu tượng cho địa vị trên khắp Tây Âu. (Những người thợ thủy tinh vẫn tiếp tục công việc tới tận ngày nay, nhiều người trong số họ là hậu duệ của các gia đình di cư từ Thổ Nhĩ Kỳ năm xưa.) Tuy vậy, đây không phải một mô hình có thể rập khuôn vào ngày nay: các thị trưởng muốn tạo ra một tầng lớp sáng tạo có lẽ không nên tính tới chuyện lưu đày họ và rào bọc bằng án tử hình. Vì lẽ nào đó, phương pháp ấy đã từng hữu dụng. Sau nhiều năm thí nghiệm với những hợp chất hóa học khác nhau, người thợ thủy tinh Angelo Barovier của đảo Murano đã đốt rong biển, vốn giàu kali ôxít và mangan, thành tro và thêm phụ gia này vào thủy tinh nóng chảy. Khi hỗn hợp này nguội đi, nó tạo ra một loại thủy tinh trong suốt lạ lùng. Ấn tượng bởi sự tương đồng giữa sản phẩm mới và tinh thể đá thạch anh thượng hạng, Barovier đã gọi nó là cristallo (tiếng Ý: pha lê). Đó là sự ra đời của thủy tinh hiện đại.



Một phần bản đồ Venice thế kỷ 18 thể hiện vị trí của đảo Murano

TRONG KHI NHỮNG NGƯỜI THỢ THỦY TINH như Barovier đã khéo chế ra thứ thủy tinh trong suốt, thì phải đến thế kỷ 20, chúng ta mới hiểu được tại sao thủy tinh trong suốt. Đa số vật chất hấp thu năng lượng ánh sáng. Ở cấp độ hạ nguyên tử, electron quay quanh các nguyên tử tạo nên một chất

có thể dễ dàng "nuốt" năng lượng của photon ánh sáng chiếu đến, giúp electron nhận được năng lượng. Song electron chỉ có thể nhận hoặc mất năng lượng theo những bước rời rạc, gọi là "lượng tử". Các loại chất khác nhau có kích thước bước khác nhau. Silic điôxit tình cờ có bước rất lớn, nghĩa là năng lượng từ một photon ánh sáng đơn không đủ để đưa electron lên mức năng lượng cao hơn. Thay vào đó, ánh sáng đi qua loại chất này. (Tuy vậy, năng lượng của tia tử ngoại thường đủ lớn để thủy tinh hấp thu, đó là lý do tại sao da bạn không bị sạm nắng khi ngồi sau cửa kính.) Song ánh sáng không đơn giản chỉ đi qua thủy tinh; nó cũng có thể bị bẻ cong, bị vặn vẹo hay thậm chí bị bẻ gãy thành các bước sóng thành phần. Thủy tinh có thể được dùng để thay đổi diện mạo thế giới bằng cách bẻ cong ánh sáng một cách chính xác. Điều này hóa ra còn có tính cách mạng hơn cả sự trong suốt đơn thuần.

Ở những tu viện thế kỷ 12 và 13, khi các thầy tu nghiên cứu những thủ bản tôn giáo trong những căn phòng sáng nến, họ đã sử dụng những miếng kính cong để đọc dễ dàng hơn. Chúng như những chiếc kính lúp cồng kềnh, phóng to những con chữ Latin. Không ai biết chính xác thời gian và địa điểm, nhưng đâu đó vào quãng thời gian này ở miền bắc nước Ý, những người thợ thủy tinh đã có một phát kiến khiến chúng ta thay đổi cách nhìn thế giới, hoặc ít nhất là nhìn rõ hơn: tạo hình thủy tinh thành những dạng đĩa nhỏ lồi ở trung tâm, đặt mỗi chiếc vào một khung rồi nối các khung với nhau ở đỉnh, thành cặp mục kỉnh đầu tiên trên thế giới.

Chiếc kính mắt sơ khai này được gọi là roidi da ogli, theo tiếng Ý có nghĩa "những chiếc đĩa cho đôi mắt". Vì có hình dáng giống lentis beans (đậu lăng) – tiếng Latin là lentes – những chiếc đĩa dần được gọi là lenses (thấu kính). Suốt vài thế hệ, thiết bị mới mẻ tài tình này hầu như chỉ dành riêng cho tu viện. Thời bấy giờ, chứng viễn thị – tật nhìn xa – khá phổ biến nhưng phần lớn mọi người đều không nhận ra do không phải đọc. Với một tu sĩ phải căng mắt dịch thơ của Lucretius trong ánh nến leo lét, nhu cầu về một cặp kính thật quá hiển nhiên. Song quảng đại quần chúng – đa số mù chữ – trong đời sống thường nhật gần như không bao giờ có dịp phải phân biệt những hình thù nhỏ xíu như chữ cái. Mọi người bị viễn thị nhưng không có cơn cớ thực tiễn nào để biết mình mắc tật. Vì thế, những cặp mục kỉnh vẫn hiếm hoi và đắt đỏ.

Rồi một điều đã thay đổi mọi thứ, đó là phát minh máy in của Gutenberg vào

thập niên 1440. Ta có thể lấp đầy cả một thư viện nhỏ bằng kho sách nghiên cứu tầm ảnh hưởng của máy in, sáng tạo này còn được Marshall McLuhan đặt cho cái tên nổi tiếng: thiên hà Gutenberg. Tỷ lệ biết chữ gia tăng đáng kể, các lý thuyết khoa học và tôn giáo phá cách vây bủa đức tin chính thống; các món tiêu khiển được yêu thích như tiểu thuyết hay ấn phẩm khiêu dâm trở nên phổ biến. Song đột phá lớn của Gutenberg còn gây nên một ảnh hưởng khác, ít được hoan nghênh hơn: nó khiến nhiều người phát hiện ra mình bị viễn thị và khám phá này khiến nhu cầu mua kính tăng đột biến.

Điều xảy ra tiếp theo là một trong những trường hợp lạ lùng nhất của hiệu ứng chim ruồi trong lịch sử hiện đại. Gutenberg khiến sách in trở nên tương đối rẻ và nhỏ gọn, giúp gia tăng tỷ lệ biết chữ, từ đó phơi bày tật thị lực của một bộ phận dân số đáng kể, mở ra thị trường mới cho các nhà sản xuất kính. Một thế kỷ sau phát minh của Gutenberg, hàng nghìn thợ làm kính châu Âu đã phát tài và kính mắt trở thành công nghệ tiên tiến đầu tiên – sau phát minh quần áo ở thời Đá mới – được người bình dân thường xuyên mang bên mình.



Hình ảnh xưa nhất về tu sĩ đeo mục kỉnh, 1342

Nhưng vũ điệu đồng tiến hóa chưa dừng ở đây. Giống như cách mật hoa cổ xúy kiểu bay mới của chim ruồi, động lực kinh tế đến từ thị trường kính mắt mới nổi đã làm nảy sinh một lĩnh vực chuyên môn mới. Châu Âu không chỉ bị nhấn chìm trong thấu kính mà cả trong biển ý tưởng về chúng. Nhờ máy in, lục địa này giờ đây đông nghẹt chuyên gia thao túng ánh sáng với những mảnh thủy tinh lồi. Họ là những hacker của cuộc cách mạng quang học lần thứ nhất. Và chính họ đã mở ra một chương hoàn toàn mới cho lịch sử tầm nhìn.

Năm 1590, ở thị trấn nhỏ Middleburg, Hà Lan, hai cha con thợ cắt kính Hans và Zacharias Janssen đã thí nghiệm với hai thấu kính xếp trước sau, mà không xếp hàng ngang như kính mắt, để phóng đại vật quan sát, từ đó phát minh ra kính hiển vi. Bảy mươi năm sau đó, nhà khoa học người Anh Robert Hooke đã xuất bản cuốn sách minh họa đột phá có nhan đề Micrographia (Hình ảnh vi thể), với các bức vẽ tay kỳ diệu tái hiện thế giới ông nhìn thấy qua kính hiển vi. Hooke phân tích bọ chét, gỗ, lá cây, thậm chí cả nước tiểu đóng băng của chính mình. Nhưng phát hiện lớn nhất trong sự nghiệp của

ông là cắt nút bần thành các lát mỏng và quan sát dưới kính hiển vi. Hooke viết: “Tôi có thể cảm thấy hết sức rõ ràng rằng nó bị đục thủng toàn bộ và xốp, giống hệt như tổ ong, nhưng các lỗ của nó không đều; những cái lỗ này, hay tế bào, không quá sâu, nhưng thực sự là căn phòng vĩ đại với nhiều phòng nhỏ.” Với câu nói này, Hooke đã đặt tên cho công trình cuộc đời mình – tế bào – dẫn đường cho cuộc cách mạng khoa học và y học. Không lâu sau, kính hiển vi sẽ hé lộ những cụm vi khuẩn (khuẩn lạc) và virus, cả loại duy trì và loại đe dọa sức khỏe con người, mở đường cho sự ra đời của vắcxin và kháng thể.



Kính mắt thế kỷ 15

Kính hiển vi phải mất tới ba thế hệ mới thực sự tạo nên chuyển biến trong khoa học, nhưng vì lẽ nào đó, kính thiên văn lại nhanh chóng phát động cuộc cách mạng của riêng mình. Hai mươi năm sau phát minh kính hiển vi, một nhóm thợ kính người Hà Lan, trong đó có Zacharias Janssen, ít nhiều đã có phát minh lặp về kính thiên văn. Theo truyện kể về một người trong số họ, Hans Lippershey, đã nảy ra ý tưởng khi đang quan sát con mình chơi thấu kính. Lippershey lập tức xin cấp bằng sáng chế, mô tả thiết bị “nhìn vật ở xa giống như nhìn vật ở gần.” Chỉ trong vòng một năm, Galieo đã cải tiến thiết bị của Lippershey, phóng tầm nhìn lên gấp 10 lần. Tháng 1 năm 1610, hai năm sau khi Lippershey xin cấp bằng sáng chế, Galieo đã dùng kính thiên văn để quan sát các vệ tinh của Mộc tinh, lời thách thức đầu tiên với khuôn mẫu của Aristoteles – mọi vật thể không gian đều quay quanh Trái đất.

Đây là một lịch sử song song lạ lùng đối với phát minh của Gutenberg. Vì nhiều lý do, nó có liên quan chặt chẽ với cuộc cách mạng khoa học. Sách vở và chuyên luận của những người bị cho là dị giáo như Galileo giúp truyền đi các tư tưởng vượt khỏi giới hạn kiểm duyệt và sau cùng đã làm xói mòn uy quyền của Giáo hội. Đồng thời, vài thập niên sau ấn bản in Kinh Thánh Gutenberg, hệ thống trích dẫn và tài liệu tham khảo ngày một phong phú hơn, trở thành công cụ thiết yếu để áp dụng phương pháp khoa học. Phát minh của Gutenberg còn thúc đẩy cuộc trường chinh của khoa học theo một cách khác, ít quen thuộc hơn: mở rộng khả năng thiết kế kính và thủy tinh. Lần đầu tiên, những tính chất vật lý đặc trưng của silic điôxit không chỉ được khai thác

giúp chúng ta quan sát những thứ vốn dễ thấy bằng mắt thường; giờ đây chúng ta còn có thể thấy cả những thứ vượt ra khỏi giới hạn tự nhiên của thị lực con người.



Bọ chét (từ bản in khắc cuốn Hình ảnh vi thể của Robert Hooke, London)

Thấu kính sẽ tiếp tục đóng vai trò then chốt trong các phương tiện truyền thông của thế kỷ 19, 20. Nhiếp ảnh gia là những người đầu tiên dùng chúng để hội tụ chùm tia sáng vào tờ giấy được xử lý đặc biệt nhằm ghi lại hình ảnh; sau đó tới lượt các nhà làm phim dùng thấu kính để thu và trình chiếu hình động lần đầu tiên. Từ những năm 1940, người ta bắt đầu tráng một lớp phốtpho lên thủy tinh và bắn electron vào, tạo nên các hình ảnh bắt mắt trên vô tuyến. Sau vài năm, các nhà xã hội học và lý thuyết truyền thông đã tuyên bố chúng ta đã trở thành xã hội hình ảnh: thiên hà chữ nghĩa của Gutenberg đã mở đường cho màn hình huỳnh quang của tivi cùng các khung hình mê hoặc của Hollywood. Nhiều phát minh và chất liệu đã cùng làm nên sự chuyển biến ấy nhưng tất cả chúng, bằng cách này hay cách khác, đều phải dựa vào khả năng truyền và thao túng ánh sáng độc nhất vô nhị của thủy tinh.

Hẳn câu chuyện về thấu kính hiện đại và ảnh hưởng của nó tới ngành truyền thông chẳng còn gây sửng sốt. Có một mối liên hệ rõ ràng từ thấu kính của cặp kính đầu tiên tới thấu kính của kính hiển vi và máy ảnh. Nhưng thủy tinh còn có một tính chất vật lý lạ lùng nữa, tính chất mà ngay cả những bậc thầy thổi thủy tinh của đảo Murano cũng không thể nhìn ra.

VỀ NGHIỆP VỤ GIẢNG DẠY, nhà vật lý Charles Vernon Boys chắc chắn là một ông thầy tồi. H. G. Wells, người từng có thời gian ngắn là học trò của Boys ở Cao đẳng Khoa học Hoàng gia London mô tả ông là “một trong những thầy giáo tệ nhất, không đoái hoài đến người nghe đầy bất bình bên dưới… (Ông) làm rối tung mặt bảng, nói như tên bắn suốt cả giờ đồng hồ trước khi dính chặt lấy mớ đồ nghề trong phòng riêng của mình.”

Tuy thiếu khả năng truyền thụ nhưng Boys được bù lại bằng tài năng trong vật lý thực nghiệm, thiết kế và chế tạo các dụng cụ khoa học. Năm 1887, khi thực hiện một thí nghiệm vật lý, Boys muốn làm một tấm kính thật tốt để đo lường tác động của các lực vật lý dù nhỏ nhất lên sự vật. Ông có ý tưởng sử

dụng một sợi thủy tinh mảnh làm tay đòn. Như vậy trước hết, ông phải chế tạo được sợi thủy tinh đó.



Một mẫu thiết kế sơ khai chiếc kính hiển vi của Robert Hooke, 1665

Hiệu ứng chim ruồi đôi khi diễn ra do phát kiến ở lĩnh vực này lại phô bày khiếm khuyết ở một công nghệ khác (hay trong trường hợp sách in là khiếm khuyết của chính con người), các khiếm khuyết chỉ có thể được khắc phục bằng môn khoa học thứ ba. Song đôi khi một kiểu đột phá khác cũng mang đến hiệu ứng chim ruồi: khi khả năng đo lường và các công cụ đo lường do chúng ta tạo ra được cải tiến đáng kể. Phương pháp đo lường mới gần như luôn đòi hỏi một phương pháp chế tạo mới. Trong trường hợp của Boys, đó là cánh tay đòn. Điều bất thường mà Boys tạo nên trong biên niên sử sáng tạo là công cụ phi chính thống về đo lường. Để chế ra được một sợi thủy tinh mảnh, Boys dựng một cây cung đặc biệt trong phòng thí nghiệm, rồi thiết kế một mũi tên nhẹ cho nó. Ở đầu mũi tên, ông lấy sáp gắn một thanh thủy tinh vào. Sau đó, ông nung chảy thủy tinh và bắn nỏ. Khi mũi tên lao vút về đích, nó kéo theo một sợi dài từ thanh thủy tinh nóng chảy gắn ở thân cây cung. Có lần, Boys bắn được một sợi dài tới 30 m.

“Nếu có vị thần nào ban cho tôi ước gì được nấy, tôi cũng chỉ ước thứ gì có nhiều đặc tính quý báu như các sợi này thôi.” Về sau, Boys đã viết như thế. Điều đáng kinh ngạc nhất là sự dẻo dai của loại sợi này: nó bền tương đương, nếu không muốn nói là hơn, một sợi thép cùng cỡ. Suốt hàng nghìn năm, con người khai thác vẻ đẹp, sự trong suốt của thủy tinh và chịu đựng sự mong manh cố hữu của nó. Song thí nghiệm với cây cung của Boys đã gợi ý một nút thắt nữa trong lịch sử về loại vật liệu linh hoạt đến khó tin này: sử dụng thủy tinh vì độ bền của nó.



Charles Vernon Boys trong phòng thí nghiệm, năm 1917

Tới khoảng giữa thế kỷ sau, các sợi này được đan lại với nhau để tạo nên thứ vật liệu mới kỳ diệu mang tên sợi thủy tinh. Chúng có mặt khắp mọi nơi: từ vật liệu cách nhiệt trong nhà, quần áo, ván lướt sóng, siêu du thuyền, mũ bảo

hiểm cho đến bảng mạch kết nối các chip máy tính hiện đại. Phần thân của Airbus 380 – sản phẩm chủ lực của hãng hàng không Airbus, đồng thời là dòng máy bay thương mại lớn nhất trên bầu trời – được chế tạo từ vật liệu kết hợp giữa nhôm và sợi thủy tinh, giúp nó có khả năng chống chịu sự phá hủy và hư hại tốt hơn so với vỏ nhôm truyền thống. Trớ trêu thay, phần lớn các ứng dụng này đều ngó lơ khả năng dẫn sóng ánh sáng của silic điôxit: đối với mắt thường, đa số vật dụng làm từ sợi thủy tinh trông đều không có vẻ được làm từ thủy tinh. Vào những thập niên đầu tiên sau khi sợi thủy tinh ra đời, việc nhấn mạnh tính không trong suốt là có lý do. Để ánh sáng đi qua cửa sổ hay ống kính sẽ có ích, nhưng chúng ta cần truyền ánh sáng qua một sợi thủy tinh không lớn hơn sợi tóc làm gì?

Chỉ đến khi con người bắt đầu nghĩ đến việc dùng ánh sáng mã hóa thông tin, tính trong suốt của sợi thủy tinh mới trở nên quý giá. Năm 1970, các nhà nghiên cứu ở Corning Glassworks – một đảo Murano thời hiện đại – đã chế tạo thành công loại thủy tinh trong tới mức, nếu tạo một khối dày cỡ chiếc xe buýt, nó vẫn đủ trong suốt để nhìn xuyên qua như một cửa kính bình thường. (Ngày nay, khi công nghệ lọc tân tiến hơn, khối thủy tinh có thể dày nửa dặm mà vẫn giữ nguyên độ trong suốt như thế.) Các nhà khoa học ở Phòng thí nghiệm Bell kéo sợi từ loại thủy tinh siêu trong này và bắn tia laser dọc chiều dài của chúng, biến đổi các tín hiệu quang học tương ứng với ký tự 0 và 1 của mã nhị phân. Sự kết hợp hai phát minh tưởng chừng không hề liên quan, chùm tia laser cường độ cao và sợi thủy tinh siêu trong, tạo ra một thứ có tên: sợi quang học. Sử dụng cáp quang hiệu quả hơn hẳn việc truyền tín hiệu điện tử qua cáp đồng, nhất là ở khoảng cách xa vì ánh sáng cho phép nhiều băng thông hơn, ít nhạy cảm với tiếng ồn và ít nhiễu hơn so với năng lượng điện. Ngày nay, xương sống của Internet toàn cầu được dựng nên từ cáp quang. Khoảng mười tuyến cáp riêng biệt xuyên qua Đại Tây Dương, truyền tải gần như toàn bộ các trao đổi âm thanh và dữ liệu giữa các lục địa. Mỗi tuyến cáp chứa khoảng một tá sợi riêng lẻ, được bọc ngoài bằng các lớp thép và vật liệu cách điện giúp chúng chống nước và tránh hư hại bởi tàu đánh cá, mỏ neo hay thậm chí cá mập. Kích thước mỗi sợi cáp đơn không lớn hơn một cọng rơm. Thật khó tin nhưng thực tế, bạn có thể nắm toàn bộ lưu lượng âm thanh và dữ liệu truyền giữa Bắc Mỹ và châu Âu trong lòng bàn tay. Hàng ngàn phát minh gộp lại mới có thể biến điều kỳ diệu ấy thành hiện thực: trước hết chúng ta phải có ý tưởng phát minh dữ liệu số, rồi chùm tia laser, rồi máy tính ở cả hai đầu có thể truyền và nhận những chùm dữ liệu đó, chưa kể tới

những con tàu làm nhiệm vụ lắp đặt và sửa chữa các tuyến cáp. Song một lần nữa, những liên kết kỳ lạ của silic điôxit là cốt lõi câu chuyện. World Wide Web (Mạng Toàn Cầu) được dệt nên từ những sợi thủy tinh.

Giờ hãy nghĩ về một hành vi mang tính biểu tượng của đầu thế kỷ 21: chụp ảnh selfie khi bạn đặt chân đến một địa điểm thú vị trong kỳ nghỉ rồi đăng nó lên Instagram hoặc Twitter, từ đây nó được truyền tới điện thoại và máy tính trên khắp hành tinh. Chúng ta quen với việc tung hô các cải tiến giúp biến hành vi này trở thành bản năng thứ hai của con người thời đại mới: thu nhỏ máy tính điện tử thành thiết bị cầm tay, sáng tạo ra Internet và mạng toàn cầu; giao diện của phần mềm mạng xã hội. Nhưng chúng ta hiếm khi nhận ra cách thủy tinh góp sức vào hệ thống này: chúng ta chụp ảnh bằng các ống kính thủy tinh, lưu trữ và chỉnh sửa chúng trên các bảng mạch làm từ sợi thủy tinh, gửi chúng đi khắp thế giới qua những sợi cáp thủy tinh và ngắm chúng trên các màn hình thủy tinh. Mọi mắt xích trong chuỗi đều dẫn về silic điôxit.

CHÚNG TA DỄ DÀNG CHẾ NHẠO xu hướng selfie song thực tế hình thức tự thể hiện này đã có truyền thống lâu đời. Một số tác phẩm nghệ thuật đáng nể nhất thời Phục hưng và tiền hiện đại là chân dung tự họa; từ Dürer, da Vinci, Rembrandt cho đến van Gogh với một bên tai băng bó, các họa sĩ đều bị ám ảnh với việc ghi lại các hình ảnh chi tiết và biến đổi của chính mình trên nền canvas. Suốt cuộc đời, Rembrandt đã vẽ khoảng bốn mươi chân dung tự họa. Song điều thú vị về chân dung tự họa là nó không tồn tại như một quy ước nghệ thuật ở châu Âu trước những năm 1400. Người ta vẽ cảnh trí và khung cảnh hoàng gia, tôn giáo cùng hàng nghìn chủ đề khác. Nhưng họ không tự vẽ chính mình.

Sự bùng nổ xu hướng ưa thích chân dung tự họa là hệ quả trực tiếp từ một đột phá công nghệ khác về xử lý thủy tinh. Trở lại đảo Murano, các thợ thủy tinh đã tìm ra cách kết hợp loại thủy tinh trong như pha lê của họ với một tiến bộ trong thuật luyện kim: phủ hợp kim thủy ngân và thép lên mặt sau tấm kính để tạo ra một bề mặt sáng bóng, phản chiếu tốt. Lần đầu tiên, gương trở thành vật dụng thiết yếu hằng ngày. Chúng cho con người thấy rõ bản thân mình: trước khi gương xuất hiện, con người sống cả đời mà không biết chi tiết gương mặt mình, chỉ thấy các hình ảnh méo mó, rời rạc phản chiếu trên mặt hồ hay bề mặt kim loại được đánh bóng.

Gương kỳ diệu đến nỗi nhanh chóng được đưa vào các nghi lễ thiêng liêng có

phần kỳ quặc: trong những chuyến hành hương về đất thánh, người mộ đạo giàu có thường mang bên mình một chiếc gương. Khi đến thánh địa, họ đặt gương sao cho nó phản chiếu được khung cảnh. Trở về nhà, họ sẽ đem khoe tấm gương với bạn bè và người thân, tự hào vì đã mang về bằng chứng của thánh tích qua hình ảnh phản chiếu. Ngay cả Gutenberg trước khi phát minh ra máy in cũng từng có ý tưởng khởi nghiệp bằng việc sản xuất và bán các tấm gương nhỏ cho khách hành hương chuẩn bị lên đường.

Song ảnh hưởng quan trọng nhất của gương lại hoàn toàn thế tục. Filippo Brunelleschi đã sử dụng một tấm gương để sáng tạo phép phối cảnh tuyến tính bằng việc vẽ hình ảnh phản chiếu của Nhà rửa tội Florence Baptistry thay vì hình ảnh trực tiếp. Nghệ thuật cuối thời Phục hưng khá “ngợp mắt” bởi các tấm gương đan cài trong họa phẩm, nổi tiếng bậc nhất là kiệt tác đảo ngược của Velázquez, Las Meninas (Những nàng hầu gái). Bức họa vẽ chính họa sĩ (cùng gia đình hoàng gia mở rộng) khi đang vẽ cho Vua Philip IV và Hoàng hậu Mariana của Tây Ban Nha. Toàn bộ bức họa được vẽ từ góc nhìn của hai thành viên hoàng gia đang ngồi làm mẫu; như vậy, theo nghĩa đen, nó vẽ một hành động vẽ. Vua và Hoàng hậu chỉ thoáng xuất hiện trên bức vẽ, ở bên phải Velázquez: hai hình ảnh bé nhỏ, mờ nhòe phản chiếu trong một tấm gương.

Tấm gương trở thành công cụ vô giá trong tay các họa sĩ, giờ đây họ có thể ghi lại thế giới xung quanh một cách trung thực hơn nhiều, kể cả các đường nét chi tiết gương mặt họ. Trong sổ tay của mình, Leonardo da Vinci đã viết (bằng cách sử dụng gương thuần thục để viết kiểu chữ ngược huyền thoại):



Bức họa Las Meninas của Diego Rodríguez de Silva y Velázquez

Khi muốn biết liệu hiệu ứng chung trong bức tranh của anh có tương đồng với hiệu ứng của vật mẫu được phản ánh theo tự nhiên, hãy dùng gương phản chiếu vật mẫu rồi so sánh hình ảnh phản chiếu với tranh và cân nhắc cẩn trọng liệu chủ thể trong hai hình ảnh có thống nhất, đặc biệt xem xét kỹ tấm gương. Tấm gương cần được xem như người dẫn đường.

Nhà sử học Alan McFarlane viết về vai trò của thủy tinh trong việc định hình tầm nhìn nghệ thuật: “Nhân loại như thể mắc chứng cận thị có hệ thống vậy,

chúng ta không thấy và đặc biệt không phản ánh được thế giới tự nhiên một cách chính xác, rõ ràng. Nhân loại thường nhìn tự nhiên một cách biểu trưng, như một chuỗi ký hiệu… Điều khôi hài mà thủy tinh đã làm là vứt bỏ hay đền bù cho cái lăng kính tối tăm của tầm nhìn cùng sự méo mó trong tư duy nhân loại, nhờ đó ánh sáng có thể lọt vào nhiều hơn."

Chính vào lúc thấu kính thủy tinh mở mang tầm nhìn cho chúng ta về những vì sao cùng vi tế bào, gương thủy tinh lại giúp chúng ta lần đầu tiên thấy được bản thân mình. Điều này thay đổi xã hội một cách tinh tế nhưng không kém phần quan trọng so với cách kính viễn vọng thay đổi nhận thức về vị trí của con người trong vũ trụ. "Ông hoàng quyền lực nhất thế giới đã xây một sảnh đường ốp toàn gương, những tấm gương trải dài từ phòng này sang phòng khác trong dinh thự xa hoa. Sự tự giác, sự soi xét nội tâm, trò chuyện với hình ảnh trong gương, tất cả đều bắt nguồn từ thứ đồ vật mới mẻ này." Lewis Mumford viết trong cuốn Technics and Civilization (Kỹ nghệ và Văn minh). Các quy phạm xã hội, quyền sở hữu và tập quán pháp bắt đầu xoay quanh cá nhân hơn là những tập thể lâu đời: gia đình, bộ tộc, đô thành, vương quốc. Người ta bắt đầu khai thác sâu hơn về đời sống nội tâm. Hamlet, vở kịch tập trung mô tả thế giới tâm lý sâu sắc của nhân vật, thống trị sân khấu, trở thành mẫu thức kể chuyện có sức ảnh hưởng lớn. Đọc một cuốn tiểu thuyết, đặc biệt là khi nó được kể ở ngôi thứ nhất, là một thú tiêu khiển: nó cho phép ta lang thang trong suy nghĩ, cảm xúc và ý thức của người khác hiệu quả hơn bất kỳ hình thức mỹ học nào từng được tạo ra. Về mặt nào đó, tiểu thuyết tâm lý là thể loại bạn muốn nghe khi bắt đầu tĩnh tâm dành nhiều giờ đồng hồ quan sát chính mình trong gương.

Sự chuyển hóa này hàm ơn thủy tinh đến mức độ nào? Có hai điều không thể phủ nhận: thứ nhất, gương trở thành công cụ đóng vai trò chủ đạo cho phép các họa sĩ vẽ chân dung tự họa, đồng thời sáng tạo ra phép vẽ phối cảnh, biến nó trở thành một phép vẽ chính thống; thứ hai, chỉ một thời gian ngắn sau các sự kiện trên, một sự chuyển dịch căn bản đã xảy ra trong nhận thức của người châu Âu, hướng họ xoay quanh chính mình – một sự dịch chuyển rồi sẽ phổ biến khắp thế giới (và còn lan tỏa đến ngày nay). Chắc chắn rất nhiều nhân tố đã cùng hội tụ để làm nên sự dịch chuyển này: một thế giới vị kỷ hòa hợp với các hình thức sơ khai của chủ nghĩa tư bản hiện đại, thứ đang nảy nở tại những nơi như Venice hay Hà Lan (quê hương của những bậc thầy hội họa tự sự như Dürer hay Rembrandt.) Có lẽ các nhân tố đa dạng này bổ trợ cho

nhau: khi chăm chú nhìn hình ảnh phản chiếu trong gương, một trong những món đồ trang trí nội thất hiện đại đầu tiên, chúng ta phát hiện một bản thân hoàn toàn khác lạ, từ đó tạo đòn bẩy cho hệ thống thị trường để nó hân hoan bán cho chúng ta nhiều tấm gương hơn. Chính xác thì gương không tạo ra thời Phục hưng song đã tham gia vào vòng lặp phản hồi tích cực cùng với các yếu tố xã hội khác; và khả năng phản xạ ánh sáng khác lạ của nó đã thúc đẩy các yếu tố còn lại. Đó chính là góc nhìn mà các sử gia robot cho ta thấy: công nghệ này không phải nguyên nhân duy nhất của biến chuyển văn hóa thời Phục hưng nhưng theo nhiều cách, nó đóng vai trò quan trọng không kém các tầm nhìn xa khác của con người mà chúng ta vẫn thường ngợi ca.

McFarlane đã mô tả mối quan hệ nhân quả này một cách tinh tế. Tấm gương không "ép" phong trào Phục hưng diễn ra, mà "cho phép" nó xảy ra. Chiến lược thụ phấn tinh vi không ép chim ruồi tiến hóa ngoạn mục về khí động học; nó tạo ra bối cảnh cho phép chim ruồi lợi dụng lượng đường miễn phí của hoa bằng cách tiến hóa một nét đặc thù. Trường hợp độc nhất của chim ruồi trong thế giới chim chóc gợi ý rằng nếu hoa không tiến hóa theo vũ điệu cộng sinh cùng với côn trùng, kỹ năng bay lượn của chim ruồi sẽ không bao giờ hình thành. Tưởng tượng một thế giới có hoa mà vắng bóng chim ruồi thật dễ dàng. Song thật khó khi nghĩ về điều ngược lại.

Điều tương tự cũng xảy ra trong mối quan hệ giữa tấm gương và tiến bộ công nghệ. Nếu thiếu công nghệ kích hoạt khả năng nhìn hiện thực phản chiếu một cách rõ ràng, bao gồm cả khuôn mặt chúng ta, thì chòm sao nghệ thuật, triết học, chính trị mà chúng ta gọi là thời Phục hưng sẽ khó lòng xuất hiện. (Cùng giai đoạn này, văn hóa Nhật Bản trân quý chiếc gương thép nhưng không bao giờ dùng chúng để soi xét nội tâm như châu Âu – có lẽ một phần vì thép phản chiếu kém hơn thủy tinh và bị nhòe màu vào hình ảnh.) Nhưng gương không phải là điều kiện quyết định để khởi sinh cách mạng châu Âu. Văn hóa châu Âu có thể sẽ diễn tiến theo chiều hướng khác, không trải qua cuộc cách mạng tri thức như trên, nếu sáng tạo về gương thủy tinh diễn ra ở thời điểm lịch sử khác. Thời kỳ Phục hưng được một hệ thống bảo trợ nâng đỡ, nhờ đó các họa sĩ và nhà khoa học mới có thời gian thỏa sức cùng những tấm gương. Thời Phục hưng nếu thiếu nhà Medici – không phải một gia đình nói riêng mà là tầng lớp kinh tế họ đại diện – cũng thật khó hình dung, giống như việc thiếu đi những tấm gương.

Cũng phải nói rằng, các giá trị trong một xã hội hướng về cá thể cũng gây nhiều tranh cãi. Việc định hướng luật lệ xoay quanh các cá thể sẽ trực tiếp dẫn tới một truyền thống nhân quyền và sự nhấn mạnh của quyền tự do cá nhân trong các đạo luật. Có thể coi đây là một sự tiến bộ nhưng nhiều người cũng có lý khi không đồng tình với việc đẩy chủ nghĩa cá nhân đi quá xa, tách biệt khỏi các tổ chức tập thể: các liên hiệp, cộng đồng, nhà nước. Để giải quyết bất đồng này, ta cần đến các lập luận và các hệ giá trị khác với những gì ta cần để lý giải nguồn gốc của chúng. Gương đã kiến tạo ra cái tôi hiện đại, theo một cách thực tế song không định lượng được. Đa số chúng ta đồng ý với điều này. Đó rốt cuộc có phải chuyện tốt hay không lại là một câu hỏi khác, một câu hỏi hẳn không bao giờ có lời giải cuối cùng.

NÚI LỬA NGỪNG HOẠT ĐỘNG Mauna Kea trên Đảo Lớn ở Hawaii cao khoảng 4.300 m tính từ mực nước biển, song lại vươn tới 6.000 m xuống đáy đại dương, nên nếu tính độ cao từ chân tới đỉnh, nó còn cao vượt cả đỉnh Everest. Đây là nơi hiếm hoi trên Trái đất mà bạn có thể lái xe từ mực nước biển lên độ cao 4.300 m chỉ trong vài giờ đồng hồ. Nơi đỉnh núi, quang cảnh cằn cỗi gần như Hỏa tinh: một dải đất toàn đá sỏi và không có sự sống. Phía trên dỉnh núi vài trăm mét, hiện tượng nghịch nhiệt của khí quyển giữ các đám mây lại; ở đó, không khí khô và loãng. Đỉnh núi là nơi cách xa các lục địa nhất khi bạn vẫn ở trên mặt đất, điều đó có nghĩa là bầu khí quyển quanh Hawaii – không bị ảnh hưởng bởi nguồn năng lượng bất ổn của Mặt trời hất ngược trở lại hoặc bị các vùng đất rộng lớn khác hấp thu – cũng ổn định như bất cứ đâu trên hành tinh. Tất cả các đặc điểm trên khiến đỉnh Mauna Kea trở thành một thế giới khác. Ngoài ra, đây cũng là một chốn tuyệt thú để ngắm sao.

Ngày nay, có khoảng 13 đài thiên văn khác nhau trên đỉnh Mauna Kea, những mái vòm màu trắng khổng lồ nằm rải rác trên đá đỏ như tiền đồn lấp lánh của một hành tinh xa xôi. Trong số này có cặp kính viễn vọng đôi của Đài thiên văn W. M. Keck, cũng là loại kính thiên văn quang học mạnh nhất thế giới. Kính thiên văn Keck dường như là hậu duệ trực tiếp từ sáng tạo của Hans Lippershey, chỉ có điều phép màu của nó không dựa vào những thấu kính thủy tinh. Để bắt được ánh sáng từ các góc xa xôi của vũ trụ, bạn cần các thấu kính lớn cỡ chiếc xe bán tải; ở kích cỡ này, thủy tinh trở nên khó hỗ trợ về mặt vật lý và chắc chắn cho ra những hình ảnh méo mó. Do đó, các nhà khoa học và kỹ sư của Keck sử dụng một công nghệ khác để thu lại

những dấu vết mờ nhạt của ánh sáng: đó chính là gương.

Mỗi kính viễn vọng có 36 tấm gương lục giác, tạo thành một màn phản chiếu rộng sáu mét. Ánh sáng được phản chiếu lên một tấm gương thứ hai và sau đó xuống một dàn thiết bị, nơi hình ảnh được xử lý và hiển thị trên màn hình máy tính. (Ở Đài thiên văn Keck, không có vị trí nào thuận lợi để nhìn trực tiếp qua ống kính viễn vọng như Galileo và nhiều nhà thiên văn khác từng làm.) Song ngay cả với bầu không khí loãng và siêu ổn định như ở đỉnh Mauna Kea, các nhiễu loạn dù rất nhỏ cũng có thể làm nhòe hình ảnh mà Keck bắt được. Vì vậy, các đài quan sát đã dùng một kỹ thuật tài tình có tên "quang học thích nghi" để hiệu chỉnh hình ảnh của kính viễn vọng. Tia laser được chiếu lên bầu trời đêm bên trên Keck, nhằm tạo ra một ngôi sao nhân tạo. Ngôi sao giả này trở thành một điểm tham chiếu; vì các nhà khoa học biết chính xác tia laser sẽ trông ra sao trên trời khi nó không bị bầu khí quyển làm biến dạng, họ có thể đo được mức độ biến dạng bằng cách so sánh hình ảnh laser lý tưởng với những gì kính viễn vọng thật sự thu được. Dưới chỉ dẫn của bản đồ độ nhiễu ấy, máy tính sẽ chỉ thị cho những tấm gương của kính viễn vọng dựa theo độ biến dạng chính xác của bầu trời phía trên đỉnh Mauna Kea đêm đó. Hiệu ứng cũng tương tự như đặt một cặp kính lên đôi mắt người cận thị: những vật ở xa đột nhiên trở nên rõ ràng hơn hẳn.

Tất nhiên trong trường hợp kính thiên văn Keck, vật ở xa là các thiên hà và siêu tân tinh mà đôi khi cách ta cả tỷ năm ánh sáng. Khi nhìn vào những tấm gương của Keck, ta như nhìn vào quá khứ xa xôi. Một lần nữa, thủy tinh lại mở rộng tầm nhìn cho nhân loại: không chỉ nhìn thấy thế giới vô hình của tế bào và vi sinh vật, hay kết nối toàn cầu qua máy ảnh điện thoại, mà còn trở ngược lại quá khứ nguyên sơ của vũ trụ. Thủy tinh bắt đầu hành trình của mình như món trang sức và những chiếc lọ rỗng. Vài ngàn năm sau, trên các đám mây ở đỉnh Mauna Kea, nó đã hóa thành cỗ máy thời gian.

CÂU CHUYỆN CỦA THỦY TINH nhắc nhở chúng ta một điều: sức sáng tạo của con người vừa bị hạn chế lại vừa được tiếp sức bởi tính chất vật lý của các yếu tố xung quanh. Khi nghĩ về những thực thể kiến tạo nên thế giới hiện đại, chúng ta thường nói về tầm nhìn vĩ đại của khoa học và chính trị, của phát minh đột phá hay các phong trào rộng khắp. Song bên cạnh đó, lịch sử còn bao gồm một yếu tố vật chất: không phải "vật chất" trong chủ nghĩa duy vật biện chứng của Marx, vốn mang ý nghĩa đấu tranh giai cấp và ưu tiên

tột bậc cho những kiến giải kinh tế. Trái lại, lịch sử vật chất là góc nhìn



Đài thiên văn Keck

lịch sử được tạo nên từ những khối vật chất cơ bản, những thứ có liên kết với phong trào xã hội và hệ thống kinh tế. Hãy tưởng tượng bạn có thể viết lại sự kiện Big Bang (hoặc vào vai Chúa, tùy theo ẩn dụ của bạn) và tạo ra một vũ trụ giống hệt vũ trụ của chúng ta, chỉ thay đổi duy nhất một điều nhỏ xíu: các electron của phân tử silic. Trong vũ trụ mới hình thành này, các electron sẽ hấp thụ ánh sáng như phần lớn các vật chất khác, thay vì cho phép các photon đi qua. Một điều chỉnh nhỏ như vậy hẳn sẽ không tạo nên khác biệt nào cho toàn bộ quá trình tiến hóa của người Homo sapiens (Người tinh khôn) cho đến một vài nghìn năm trước. Song, thật kinh ngạc, kể từ mốc thời gian ấy, mọi thứ đã thay đổi. Con người bắt đầu khai thác hành vi lượng tử của các electron silic này theo vô số cách. Ở mức độ cơ bản nào đó, thật khó tượng tượng nổi thiên niên kỷ vừa qua sẽ ra sao nếu thiếu các mảnh thủy tinh trong suốt. Ngày nay, chúng ta có thể biến cacbon (dưới dạng hợp chất đã định hình thế kỷ 20, plastic) thành một loại chất liệu trong suốt và dẻo dai có thể làm thay công việc của thủy tinh nhưng kỹ thuật này có tuổi đời chưa đến một thế kỷ. Hiệu chỉnh các electron của silic đó, bạn sẽ đánh cắp của con người những cửa sổ, kính mắt, thấu kính, ống nghiệm, bóng đèn trong mấy nghìn năm qua. (Những tấm gương chất lượng cao có thể được phát minh độc lập bằng cách sử dụng các chất liệu có khả năng phản chiếu, dù có thể sẽ mất thêm vài thế kỷ.) Một thế giới không có thủy tinh sẽ không chỉ thay đổi diện mạo những công trình của nền văn minh bằng cách tháo tất cả khung cửa kính khỏi các Nhà thờ Lớn và các bề mặt phản chiếu của đô thị hiện đại. Một thế giới không có thủy tinh còn làm lung lay nền tảng của các tiến bộ hiện đại: khả năng kéo dài sự sống đến từ hiểu biết về tế bào, virus và vi khuẩn, kiến thức di truyền học về cấu tạo con người; kiến thức thiên văn về vị trí của con người trong vũ trụ. Không vật chất nào trên Trái đất có quan hệ với các đột phá về nhận thức trên hơn thủy tinh.

Trong một lá thư gửi bạn về cuốn sách lịch sử tự nhiên mà ông chưa bao giờ có dịp viết, René Descartes mô tả bản thân muốn kể câu chuyện về thủy tinh đến mức nào: “Làm sao mà từ những cát bụi kia, chỉ bằng việc nung nóng, lại

hóa thủy tinh: sự chuyển hóa từ cát bụi thành thủy tinh đối với tôi cũng đẹp đẽ như bất cứ hiện tượng tự nhiên nào và tôi lấy làm hân hoan khi mô tả nó." Descartes đã đến đủ gần cuộc cách mạng thủy tinh lần thứ nhất để nhận thức tầm vóc của nó. Ngày nay, chúng ta đã tiến quá xa khỏi những ảnh hưởng ban đầu của loại vật chất này để có thể đánh giá thủy tinh từng và vẫn sẽ còn quan trọng ra sao với cuộc sống hằng ngày.

Đây là một trong số các trường hợp mà lối tiếp cận toàn cảnh giúp làm sáng tỏ vấn đề, cho phép chúng ta thấy những gì có thể bị bỏ lỡ nếu chỉ tập trung vào các nghi vấn của lối kể chuyện lịch sử thông thường. Dĩ nhiên, viện dẫn những yếu tố vật lý khi tranh luận về các biến động lịch sử chẳng phải chuyện chưa từng. Hầu hết chúng ta đồng ý rằng cacbon đóng một vai trò thiết yếu trong đời sống kể từ cách mạng công nghiệp. Song theo một cách nào đó, đây không phải là tin mới mẻ: từ "nồi xúp nguyên thủy", cacbon đã cần thiết cho sự sống của mọi sinh vật. Nhưng silic điôxit không có nhiều ứng dụng với loài người cho đến một nghìn năm trước, khi những người thợ thủy tinh bắt đầu mày mò các tính chất kỳ lạ của nó. Ngày nay, nếu nhìn quanh căn phòng của mình, bạn dễ dàng bắt gặp hàng trăm món đồ tồn tại được là nhờ silic điôxit; và vật dụng có thành phần là nguyên tố silic còn nhiều hơn nữa: ô kính cửa sổ hoặc trần nhà; ống kính máy ảnh điện thoại; màn hình máy tính; tất cả thiết bị có vi mạch hoặc đồng hồ điện tử. Một vạn năm trước, nếu bạn tổ chức buổi thử vai cho hóa học trong cuộc sống thường ngày, các diễn viên chính vẫn sẽ giống hệt hiện nay: chúng ta cần rất nhiều cacbon, hyđrô và ôxy. Còn silic thì có lẽ không được ghi nhận. Dù rất dư thừa – chiếm đến 90% lớp vỏ Trái đất – nó hầu như chẳng đóng vai trò gì vào quá trình trao đổi chất của các dạng sống trên hành tinh này. Cơ thể chúng ta phụ thuộc vào cacbon và các công nghệ của chúng ta (năng lượng hóa thạch và plastic) cũng phụ thuộc vào cacbon tương tự vậy. Song nhu cầu sử dụng silic lại là một ham muốn hiện đại.

Câu hỏi đặt ra là: tại sao lại mất nhiều thời gian đến thế? Vì sao các tính chất phi thường của loại chất liệu này lại bị tạo hóa lờ đi lâu đến thế và tại sao khoảng một nghìn năm trước, các tính chất này lại bỗng trở nên quan trọng với xã hội loài người? Với những câu hỏi này, chúng ta dĩ nhiên chỉ có thể phỏng đoán. Nhưng chắc chắn, câu trả lời có liên quan đến một tiến bộ công nghệ khác: lò nung. Một lý do mà con người trong quá trình tiến hóa không tìm thấy nhiều ứng dụng ở silic điôxit là vì đa số những gì thú vị nhất ở vật

chất này chỉ xuất hiện khi vượt quá 500^{O}C. Ở nhiệt độ khí quyển Trái đất, nước và cacbon đã là những chất liệu sáng tạo tuyệt vời, nhưng rất khó thấy được khía cạnh này của silic điôxit trừ khi bạn nung chảy nó và môi trường Trái đất – ít nhất là trên bề mặt hành tinh – đơn giản sẽ không đạt tới mức nhiệt này. Lò nung đã đem lại hiệu ứng chim ruồi: bằng cách nắm bắt kỹ thuật tạo ra nhiệt độ cực cao trong một môi trường có kiểm soát, chúng ta mở khóa bước vào thế giới phân tử đầy tiềm năng của silic điôxit, thứ sớm thay đổi cách chúng ta nhìn thế giới và chính chúng ta.

Lạ lùng làm sao, ngay từ đầu, thủy tinh đã mở rộng tầm nhìn về vũ trụ, rất lâu trước khi chúng ta đủ tri thức để nhận ra. Các mảnh thủy tinh trên sa mạc Libya tìm đường đến lăng mộ vua Tut đã thách đố các nhà khảo cổ, địa lý và vật lý thiên văn suốt hàng thập kỷ. Các phân tử bán lỏng của silic điôxit gợi ý rằng nó được hình thành ở một nhiệt độ chỉ có thể sinh ra từ vụ va chạm thiên thạch trực tiếp, nhưng lại không có bất kỳ bằng chứng nào về hố thiên thạch nào ở khu vực lân cận. Vậy nguồn nhiệt phi thường này từ đâu đến? Sét có thể đánh vào một mẩu silic nhỏ với nhiệt độ đủ tạo ra thủy tinh, nhưng nó không thể nung chảy cả một bãi cát chỉ với một cú đánh. Vì thế các nhà khoa học suy đoán rằng thủy tinh Libya sinh ra từ một vụ va chạm giữa sao chổi với khí quyển Trái đất, nó phát nổ trên lớp cát của sa mạc. Năm 2013, một nhà địa hóa học người Nam Phi tên là Jan Kramers đã phân tích một viên sỏi bí ẩn ở khu vực này và khẳng định nó có nguồn gốc từ lõi của một sao chổi – mẫu đầu tiên được tìm ra trên Trái đất. Các nhà khoa học và các cơ quan vũ trụ đã chi hàng tỷ đô-la tìm kiếm các mảnh vỡ của sao chổi bởi chúng cung cấp các hiểu biết sâu sắc về quá trình hình thành Hệ Mặt trời. Viên thạch anh từ sa mạc Libya giờ đây đã đưa họ đi thẳng vào các nghiên cứu địa hóa học về sao chổi. Vậy là sau cùng, thủy tinh lại dẫn đường.

Chương 2Làm lạnh

Một sáng mùa hè năm 1834, con tàu ba cột buồm Madagascar cập cảng Rio de Janeiro, trong khoang tàu chứa thứ hàng hóa hoang đường nhất: nước hồ New England đóng băng. Madagascar và thủy thủ đoàn phục vụ cho Frederic Tudor, một thương gia Boston táo gan và ương ngạnh. Lịch sử giờ đây biết đến ông qua biệt danh “Vua Băng” nhưng suốt một thời gian dài khi mới trưởng thành, dù kiên trì đáng ngưỡng mộ, ông vẫn bị coi là tay thảm bại.

“Nước đá là một chủ đề thú vị.” Thoreau đã viết như vậy trong Walden (Một mình sống trong rừng) khi chiêm ngưỡng mặt nước đóng băng “màu xanh dương đẹp đẽ” của hồ Massachusetts. Khi còn nhỏ, Tudor cũng từng lặng ngắm khung cảnh giống như vậy. Là một người Boston trẻ tuổi giàu có, gia đình ông từ lâu đã được thưởng thức nước đóng băng trong hồ nước ở điền trang riêng, Rockwood – không chỉ vì yêu vẻ đẹp của hồ mà còn vì hồ có khả năng giữ lạnh mọi thứ. Như nhiều gia đình giàu có phương bắc, nhà Tudor trữ những tảng nước hồ đóng băng trong các nhà trữ băng, gần một trăm cân băng được giữ không tan chảy một cách kỳ diệu cho tới tận mùa hè nóng nực, và một nghi thức mới bắt đầu: xẻ băng để làm đồ uống tươi mát, làm kem, hạ nhiệt bồn tắm trong cái nóng đổ lửa.

Thời nay, ý tưởng về một khối băng nguyên vẹn suốt nhiều tháng mà không cần đến tủ lạnh có vẻ xa lạ. Chúng ta đã quen với việc nước đá được bảo quản vĩnh viễn nhờ nhiều kỹ thuật làm lạnh sâu hiện đại. Song nước đá trong tự nhiên lại là một vấn đề khác – không giống các dòng sông băng, chúng ta biết một tảng băng không thể tồn tại quá một giờ dưới nắng nóng ngày hè, đừng nói đến nhiều tháng.

Tuy vậy, từ kinh nghiệm cá nhân, Tudor biết nếu được giữ tránh xa ánh mặt trời, một tảng băng lớn có thể duy trì được tận giữa mùa hè – hoặc ít nhất cũng đến được cuối mùa xuân ở New England. Hiểu biết này gieo một hạt mầm ý tưởng vào tâm trí ông, một ý tưởng rốt cuộc phải trả giá bằng sự tỉnh táo, gia sản và sự tự do – trước khi biến ông thành người vô cùng giàu có.

Khi mười bảy tuổi, Tudor được cha cho đi du lịch đến Caribe cùng anh trai John, người vừa giải ngũ do chấn thương đầu gối. Cha Tudor cho rằng khí

hậu ấm áp sẽ giúp cải thiện sức khỏe của John, nhưng kết quả hoàn toàn ngược lại: khi đến Havana, anh em nhà Tudor lập tức bị ngộp thở giữa tiết trời oi bức. Họ vội dong buồm bắc tiến về đất liền, dừng lại ở Savannah và Charleston, song cái nóng đầu hè vẫn đeo đuổi họ và John ngã bệnh, có lẽ là lao phổi. Sáu tháng sau, anh qua đời ở tuổi hai mươi.



Frederic Tudor

Cuộc phiêu lưu tới Caribe của anh em nhà Tudor là một thảm họa dưới góc độ can thiệp y khoa. Tuy nhiên, việc chịu đựng sự ẩm ướt của vùng nhiệt đới trong bộ phục sức của quý ông thế kỷ 19 đã gợi một ý tưởng cấp tiến – ai đó có thể cho là lố bịch – với chàng Frederic Tudor trẻ tuổi: vận chuyển băng từ phương bắc băng giá đến Tây Ấn, một thị trường khổng lồ cho mặt hàng này. Lịch sử thương mại toàn cầu đã chứng minh rõ ràng nhiều gia tài khổng lồ được gây dựng nhờ vận chuyển loại hàng hóa từ nơi dư thừa đến nơi khan hiếm. Với chàng trai trẻ Tudor, nước đá đáp ứng hoàn hảo đẳng thức ấy: hầu như vô giá trị ở Boston, nhưng lại vô giá ở Havana.

Buôn bán nước đá ban đầu chỉ là một ý tưởng lướt qua, song không hiểu sao, nó cứ luẩn quẩn trong đầu Tudor, đi qua nỗi đau từ cái chết của anh trai và cả những năm tháng vô định của một chàng trai trẻ tuổi giàu có trong xã hội Boston. Đôi lần trong giai đoạn này, khoảng hai năm sau cái chết của anh trai, Tudor chia sẻ ý tưởng phi lý ấy với em trai William và người anh rể tương lai còn giàu có hơn mình, Robert Gardiner. Vài tháng sau đám cưới chị gái, Tudor bắt đầu viết nhật ký. Ở bìa lót, ông ký họa tòa nhà Rockwood, từ lâu đã giúp gia đình ông tránh sức nóng của nắng hè. Tudor gọi nó là “Nhật ký căn nhà băng”. Ông viết trong dòng đầu tiên: “Kế hoạch và… để vận chuyển băng đá tới vùng nhiệt đới. Boston ngày 1 tháng 8 năm 1805, vào ngày này, William và tôi quyết định huy động hết tài sản, cam kết mùa đông sau sẽ mang nước đá tới Tây Ấn.”

Đoạn nhật ký này điển hình cho phong cách của Tudor: lanh lợi, tự tin, tham vọng đến mức gần như khôi hài. (Người em William hiển nhiên ít tin vào triển vọng của kế hoạch hơn.) Sự tự tin của Tudor xuất phát từ giá trị cực lớn của nước đá một khi nó đến được vùng nhiệt đới: “Ở một đất nước mà vài lúc trong năm, cái nóng đến mức gần như không chịu nổi,” ông viết trong đoạn

tiếp theo, “khi mà nước, thứ thiết yếu cho sự sống, luôn ở tình trạng âm ấm thì băng sẽ được coi trọng hơn hầu hết những thứ xa xỉ khác.” Việc kinh doanh băng hẳn sẽ đem lại cho anh em nhà Tudor “gia sản lớn hơn cả mức chúng ta nên biết tiêu xài như thế nào”. Ông có vẻ ít để tâm tới các trở ngại trong việc vận chuyển nước đá. Trong thư từ thời kỳ này, Tudor đem những câu chuyện được nghe kể lại (gần như là đồn thổi) về việc kem được vận chuyển nguyên vẹn từ Anh đến Trinidad làm dẫn chứng thuyết phục cho sự thành công của kế hoạch. Giờ đây, khi đọc “Nhật ký căn nhà băng”, bạn có thể nghe thấy lời một chàng trai trẻ đang rừng rực niềm tin, nhắm mắt trước mọi sự hoài nghi và phản đối.

Tuy vậy, Frederic lại có một lợi thế: anh có đầy đủ điều kiện để biến các gạch đầu dòng trong kế hoạch thành hành động thực tiễn. Tudor đủ tiền thuê một con tàu và có một nguồn cung cấp nước đá vô tận được Mẹ Thiên nhiên tạo tác mỗi mùa đông. Do đó, tháng 11 năm 1805, Tudor điều em trai và một người họ hàng đi tiền trạm tới Martinique, chỉ dẫn họ đàm phán các đặc quyền với mặt hàng nước đá sẽ được chuyển đến vài tháng sau. Trong khi chờ tin từ phái đoàn của mình, Tudor mua một con tàu hai buồm mang tên Favorite với giá 4.750 đô-la và bắt đầu thu hoạch nước đá chuẩn bị cho hành trình. Vào tháng hai, con tàu Favorite nhổ neo rời cảng Boston, chất đầy nước đá từ hồ Rockwood, dong buồm thẳng tiến tới Tây Ấn. Kế hoạch của Tudor gây ấn tượng mạnh với báo giới, dù giọng điệu họ hãy còn hồ nghi. “Không phải là trò đùa!”Tờ Nhật báo Boston viết. “Một con tàu với kiện hàng 80 tấn nước đá đã nhổ neo từ cảng này tới Martinique. Hy vọng nó sẽ không phải là một vụ đầu cơ lầm lạc.”

Lời chế nhạo của tờ Nhật báo hóa ra lại có cơ sở. Dù phải trì hoãn nhiều lần do thời tiết, nước đá vẫn giữ được nguyên trạng đến cuối hành trình. Vấn đề lại nằm ở việc mà Tudor chưa từng dự liệu. Cư dân Martinique không hề hứng thú với món hàng mát lạnh kỳ lạ của ông. Đơn giản vì họ không biết sẽ làm gì với nó.

Trong thế giới hiện đại, chúng ta không lạ gì với trải nghiệm đi qua nhiều môi trường nhiệt độ khác nhau mỗi ngày. Buổi sáng, chúng ta thưởng thức cà phê nóng hổi và tới cuối ngày thì tráng miệng bằng món kem mát lạnh. Những ai sống ở vùng có mùa hè nóng sẽ quen đi qua đi lại giữa văn phòng có điều hòa và độ ẩm khủng khiếp bên ngoài; ở nơi mùa đông ngự trị, chúng

ta co mình lại, lao ra ngoài phố lạnh căm và bật sưởi khi về đến nhà. Song vào những năm 1800, hầu hết những người sống ở vùng xích đạo đều chưa từng trải nghiệm cái lạnh. Với người dân Martinique, ý niệm về nước đóng băng cũng kỳ khôi như iPhone vậy.

Có một điều lạ lùng, thậm chí thần kỳ, đó là đặc tính của nước đá từng xuất hiện trong một kiệt tác văn học thế kỷ 20, Trăm năm cô đơn của Gabriel García Márquez: “Rất nhiều năm sau này, trước đội hành hình, Đại tá Aureliano Buendía đã nhớ lại buổi chiều xa xưa ấy, khi cha chàng dẫn chàng đi xem nước đá.” Buendía nhớ lại những chuyến lang thang suốt thời thơ ấu, mỗi chuyến đi là một trải nghiệm khám phá công nghệ mới. Những thỏi nam châm, kính thiên văn, kính hiển vi… nhưng không thành tựu công nghệ nào trong số đó khắc họa hình ảnh thị trấn tưởng tượng Macondo vùng Bắc Mỹ như những khối băng.

Thi thoảng, tính mới lạ của đối tượng mới tạo nên lợi thế. Đó là sai lầm đầu tiên của Tudor. Ông đã cho rằng tính mới lạ tuyệt đối của nước đá sẽ giúp ông ghi điểm. Ông tin rằng các tảng nước đá của mình sẽ vượt trội so mọi thứ hàng xa xỉ khác. Trái lại, chúng chỉ nhận được những cái nhìn trống rỗng.

Sự thờ ơ với sức mạnh kỳ diệu của nước đá khiến em trai Tudor, William, không tìm được người mua độc quyền. Tệ hơn nữa, William còn không tìm ra nơi thích hợp để trữ băng. Tudor đành đến Martinique nhưng chỉ thấy bản thân mắc kẹt với một món hàng không có nguồn cầu và đang tan chảy ở mức báo động dưới cái nóng vùng nhiệt đới. Ông phát quảng cáo khắp vùng, hướng dẫn chi tiết cách sử dụng và bảo quản nước đá, song rất ít người nhận lấy. Ông loay hoay làm được một ít kem nhờ vậy gây ấn tượng với một số dân địa phương, vốn tin rằng món ngon này không thể làm ở nơi gần xích đạo đến vậy. Chuyến đi này cuối cùng vẫn hoàn toàn thất bại. Trong nhật ký, ông ước tính đã mất khoảng 4.000 đô-la cho vụ đầu tư rủi ro vào vùng nhiệt đới.

SỰ ẢM ĐẠM CỦA CHUYẾN BUÔN Martinique còn lặp lại trong những năm tiếp theo, với kết cục thậm chí thê thảm hơn. Tudor phái một loạt tàu chở nước đá tới vịnh Caribe trong khi nhu cầu với sản phẩm của ông tăng lên rất khiêm tốn. Cùng lúc đó, gia sản của gia đình khánh kiệt và nhà Tudor lui về trang trại Rockwood, nơi có triển vọng nông nghiệp nghèo nàn như đa phần đất đai New England. Khai thác nước đá trở thành tia hy vọng cuối cùng của gia đình. Song đó cũng là tia hy vọng bị đa số dân Boston chế nhạo công

khai và rồi một chuỗi vụ đắm tàu cùng cấm vận khiến những lời chế nhạo càng trở nên có lý. Năm 1813, Tudor bị bỏ tù vì nợ nần chồng chất. Vài ngày sau đó, ông ghi lại trong nhật ký:

Thứ hai ngày mồng chín, tôi đột ngột bị bắt… và giam giữ như một con nợ trong nhà lao Boston… Vào ngày đáng nhớ ấy trong cuộc đời nhỏ bé, tôi 28 tuổi 6 tháng 5 ngày. Đó là chuyện tôi nghĩ mình khó lòng tránh khỏi, song lại là lúc hy vọng lên cao đỉnh điểm, bởi việc làm ăn của tôi cuối cùng cũng khởi sắc sau cuộc vật lộn đáng sợ với nghịch cảnh suốt bảy năm – nhưng cuối cùng nó vẫn diễn ra và tôi gắng hết sức để đối mặt như với cơn thịnh nộ của thiên đàng, vốn bồi thêm sức mạnh hơn là làm suy giảm tinh thần của một người đàn ông chân chính.

Thương vụ non trẻ của Tudor ngay từ đầu đã mắc phải hai trở ngại sơ khởi. Ông gặp trở ngại về lượng cầu, khi phần lớn khách hàng tiềm năng không hiểu tại sao sản phẩm của ông hữu ích. Ông còn gặp vấn đề về bảo quản: một lượng hàng đáng kể bị hao hụt do nhiệt độ, nhất là khi đến vùng nhiệt đới. Nhưng đặt trụ sở ở New England sẽ đem lại cho ông một lợi thế trọng yếu ngoài nước đá. Không như các đồn điền mía đường và cánh đồng bông ở miền nam, các bang vùng đông bắc Hoa Kỳ gần như thiếu các tài nguyên có thể đem bán được ở nơi khác. Điều này nghĩa là những con tàu khi rời cảng Boston thường trống trơn, chúng hướng đến Tây Ấn để lấp đầy khoang hàng giá trị trước khi trở lại các khu chợ giàu có bên bờ đông. Trả tiền một thủy thủ đoàn để lái một con tàu không hàng hóa chẳng khác gì đốt tiền. Chở hàng gì cũng tốt hơn để tàu trống, vì thế Tudor có thể đàm phán mức cước vận chuyển thấp hơn, nhờ vậy không cần mua và duy trì đội tàu riêng.

Dĩ nhiên, một trong các điểm cộng của mặt hàng nước đá là về cơ bản nó miễn phí: Tudor chỉ phải trả tiền cho thợ xẻ băng từ hồ. Nền kinh tế tại New England còn sinh ra một phụ phẩm khác cũng vô giá trị y hệt như vậy: mùn cưa, chất thải chính từ các nhà máy gỗ. Sau nhiều năm loay hoay với đủ phương pháp, Tudor phát hiện mùn cưa là vật liệu cách nhiệt tuyệt vời cho băng. Các khối băng được đặt chồng lên nhau, đệm mùn cưa ở giữa, sẽ lâu tan gấp đôi so với khi không được bảo vệ. Ý tưởng tiết kiệm của Tudor quả thiên tài khi kết hợp ba thứ bị thị trường gần như định giá bằng không – nước đá, mùn cưa, con tàu trống – và biến chúng trở thành thương vụ kinh doanh béo bở.

Chuyến đi thảm họa đầu tiên tới Martinique đã chỉ rõ cho Tudor thấy ông cần một nhà kho tại chỗ; thật quá nguy hiểm khi giữ sản phẩm mau tan trong những căn nhà không được thiết kế đặc biệt để cách ly khỏi nắng nóng mùa hè. Ông mày mò nhiều thiết kế buồng lạnh, sau cùng chốt lại cấu trúc tường kép: lớp không khí giữa hai bức tường đá sẽ giúp giữ lạnh bên trong.

Tudor không hiểu hóa học phân tử nhưng cả mùn cưa lẫn kiến trúc tường kép đều xoay quanh một nguyên lý. Để băng tan, nó cần hút nhiệt từ môi trường xung quanh, phá vỡ liên kết tứ diện của phân tử hyđrô, vốn giữ cấu trúc tinh thể cho băng. (Chính quá trình hút nhiệt từ bầu không khí xung quanh khiến nước đá có khả năng kỳ diệu giúp chúng ta hạ nhiệt.) Nơi duy nhất diễn ra sự trao đổi nhiệt là bề mặt tảng băng, đó là lý do vì sao các tảng băng lớn lại giữ được lâu như vậy: tất cả liên kết hyđrô bên trong được cách nhiệt hoàn toàn với bên ngoài. Nếu bạn tìm cách bảo vệ băng khỏi nhiệt độ bên ngoài bằng vật liệu dẫn nhiệt tốt – kim loại chẳng hạn – liên kết hyđrô sẽ bị bẻ gãy nhanh chóng thành nước. Nhưng nếu bạn tạo lớp đệm giữa môi trường và lớp băng bằng vật liệu dẫn nhiệt kém, băng sẽ bảo toàn trạng thái tinh thể của nó lâu hơn rất nhiều. Xét về tính dẫn nhiệt, không khí dẫn kém hơn kim loại 2.000 lần và kém thủy tinh 20 lần. Trong buồng lạnh của Tudor, cấu trúc tường kép tạo một lớp đệm không khí giữ cái nóng mùa hè tránh xa nước đá; lớp vỏ bọc bằng mùn cưa trên tàu đảm bảo vô số túi khí giữa các mạt gỗ sẽ cách nhiệt cho băng. Các vật liệu cách nhiệt hiện đại như xốp cách nhiệt cũng dựa vào kỹ thuật tương tự: chiếc thùng giữ lạnh bạn đem đi dã ngoại có thể giữ lạnh cho dưa hấu bởi nó được cấu tạo từ các chuỗi polystiren xen kẽ với các túi khí tí hon.

Vào năm 1815, sau cùng, Tudor cũng lắp được các mảnh ghép chủ chốt của bức tranh: thu hoạch, cách nhiệt, vận tải và bảo quản. Dù vẫn bị các chủ nợ truy đòi, Tudor bắt đầu gửi các chuyến hàng định kỳ tới nhà trữ băng tối tân ở Havana, nơi những cơn thèm kem đang chầm chậm lớn dần. Mười lăm năm sau dự cảm ban đầu, việc kinh doanh nước đá của Tudor bắt đầu sinh lời. Vào những năm 1820, ông đã có nhà trữ băng trên khắp Nam Mỹ, chứa đầy nước đá New England. Đến những năm 1830, thương thuyền của ông dong buồm tới tận Rio và Bombay. (Ấn Độ rốt cuộc trở thành thị trường sinh lời lớn nhất của ông.) Khi qua đời vào năm 1864, Tudor đã tích lũy được gia sản trị giá hơn 200 triệu đô-la tính theo thời giá hiện nay.

Ba thập kỷ sau chuyến đi thất bại đầu tiên, Tudor đã viết những dòng sau trong nhật ký:

Ngày này 30 năm trước, tôi đã đến Martinique trên con tàu Favorite của thuyền trưởng Pearson với chuyến hàng nước đá đầu tiên. Năm ngoái, tôi đã vận chuyển tới 30 chuyến tàu băng, và khoảng 40 chuyến nữa được những người khác chuyển… Ngành kinh doanh này vậy là đã định hình. Nó không thể bị ngừng trệ và dựa vào một cá nhân đơn lẻ nào. Nhân loại sẽ mãi được ơn phước dù cho tôi yểu mệnh hay trường thọ.

Thành công rực rỡ (dù chậm trễ) của Tudor trong việc kinh doanh nước đá khắp thế giới ngày nay có vẻ phi lý, không chỉ vì thật khó tưởng tượng nổi cảnh các tảng băng tồn tại qua chuyến hành trình dài giữa Boston và Bombay. Còn một sự hiếu kỳ khác, gần như có tính triết lý, đối với việc kinh doanh nước đá. Buôn bán hàng hóa tự nhiên hầu như chỉ bao gồm các nguyên liệu ở những môi trường giàu năng lượng. Mía đường, cà phê, chè, bông: tất cả những hàng hóa chủ lực của thương mại thế kỷ 18 và 19 này đều phụ thuộc vào cái nóng rộp da của khí hậu nhiệt đới và cận nhiệt đới; nhiên liệu hóa thạch – thứ đang dịch chuyển quanh thế giới trong các thùng chứa và ống dẫn dầu – đơn giản là năng lượng mặt trời được giữ lại và lưu trữ trong cây cối hàng triệu năm về trước. Bạn sẽ có cả một gia tài vào những năm 1800 nếu vận chuyển những thứ chỉ sinh trưởng ở vùng giàu năng lượng tới những vùng nghèo năng lượng. Nhưng thương vụ kinh doanh nước đá – có lẽ là trường hợp đầu tiên trong lịch sử thương mại toàn cầu – có tính chất trái ngược hoàn toàn. Thứ đem lại giá trị cho nước đá hoàn toàn chỉ là trạng thái nghèo năng lượng của mùa đông New England và đặc tính duy trì trạng thái lâu dài của nước đá. Hoa màu vùng nhiệt đới khiến dân cư quần tụ lại ở các vùng có khí hậu nóng đến không chịu nổi và từ đó tạo ra thị trường cho một sản phẩm giúp con người thoát khỏi cái nóng. Trong lịch sử lâu đời của thương mại, năng lượng luôn luôn đi cùng với giá trị – càng nóng lại càng giàu năng lượng mặt trời, càng nhiều khả năng tăng trưởng. Song trong một thế giới thiên về sức nóng của các đồn điền mía đường, bông vải, cái lạnh cũng có thể là một tài sản. Đó là tầm nhìn vĩ đại của Tudor.

MÙA ĐÔNG NĂM 1846, Henry Thoreau quan sát đám thợ xẻ của Frederic Tudor đang tách các khối băng khỏi hồ Walden bằng cày ngựa kéo. Cảnh tượng ấy hẳn giống như cảnh trong tranh của Brughuel: những con người làm

việc trong không gian lạnh lẽo với công cụ thô sơ, tách biệt khỏi thời đại công nghiệp đang rầm rộ đâu đó. Song Thoreau biết công việc của đám thợ kia được gắn với một mạng lưới rộng hơn nhiều. Trong nhật ký, ông viết về một sự mường tượng du dương khi nước đá đến với thị trường toàn cầu:

Vậy là có lẽ các cư dân nóng nực của Charleston và New Orleans, của Madras, Bombay và Calcutta, sẽ uống nước nơi cái giếng của tôi… Dòng nước thuần khiết của hồ Walden sẽ hòa với nước thiêng của sông Hằng. Làn gió thuận sẽ đẩy nó qua các hòn đảo huyền thoại của lục địa Atlantic và Hesperide, viết nên chỉ dẫn hàng hải của Hanno, trôi dạt tới Ternate, Tidor và cửa vịnh Ba Tư, tan chảy trong cơn bão nhiệt đới của biển Ấn Độ và neo đậu trong các bến cảng mà Alexander Đại đế cũng mới chỉ nghe tên.

Nhưng Thoreau vẫn đánh giá thấp quy mô của mạng lưới toàn cầu ấy – vì việc kinh doanh nước đá mà Tudor tạo dựng liên quan đến nhiều thứ hơn là nước đóng đá. Cái nhìn hờ hững đối với chuyến hàng đầu tiên của Tudor tới Martinique nhường chỗ cho sự dựa dẫm ngày càng lớn vào nước đá. Đồ uống được làm mát bằng nước đá trở thành điểm nhấn trong đời sống ở các nước phía nam. (Đến tận ngày nay, người Mỹ vẫn thích thưởng thức đồ uống có đá hơn người châu Âu, một di sản xa xăm từ tham vọng của Tudor.) Đến năm 1850, thành công của Tudor trở thành cảm hứng cho vô số người theo gót; và hơn 100.000 tấn nước đá Boston được vận chuyển vòng quanh thế giới mỗi năm. Đến năm 1860, hai phần ba hộ gia đình New York có người giao nước đá hằng ngày. Một ghi chép ở thời đó cho thấy nước đá đã gắn chặt với những nghi thức thường nhật:

Ở các công xưởng, xưởng in, phòng tài vụ, những công nhân, thợ in, nhân viên cùng nhau thưởng thức phần đá hằng ngày. Mọi văn phòng, dù chật chội hay vắng vẻ, chỉ cần có mặt người, đều được làm mát bởi sự hiện diện của người bạn trong suốt này… Nó thiết yếu như dầu cần cho bánh xe. Nó giúp toàn bộ cỗ máy con người vận hành vui tươi, làm quay bánh xe thương mại và thúc đẩy động cơ kinh tế tiến bước băng băng.

Sự phụ thuộc vào nước đá tự nhiên lên cao đến mức cứ khoảng một thập kỷ hay một mùa đông ấm áp bất thường sẽ khiến báo chí phát điên với các suy đoán về “nạn đói nước đá”. Năm 1906, tờ Thời báo New York chạy một dòng tít cảnh báo: “Nước đá lên tới 40 xu, nạn đói ở ngay trước mắt.” Tờ báo tiếp tục đưa thêm bối cảnh lịch sử: “Suốt 16 năm, New York chưa từng phải đối

mặt với viễn cảnh không nước đá như năm nay. Năm 1890, rắc rối ập đến và cả nước điên cuồng lùng sục nước đá. Nhưng kể từ đó, nhu cầu nước đá đã tăng mạnh và nạn đói sẽ nghiêm trọng hơn rất nhiều.” Trong vòng chưa đầy một thế kỷ, nước đá từ chỗ là một sự hiếu kỳ đã trở thành món hàng xa xỉ và cuối cùng là thiết yếu.



Các tảng băng được xẻ từ hồ, rồi đưa lên xe ngựa kéo về nhà trữ băng, năm 1950

Việc làm lạnh bằng nước đá đã vẽ lại bản đồ nước Mỹ, không thí dụ nào tiêu biểu hơn việc hình thành Chicago. Sự bùng nổ ban đầu của Chicago gắn với hệ thống kênh đào và đường sắt nối liền thành phố tới Vịnh Mexico và các thành phố Bờ Đông. Bất ngờ trở thành một trung tâm vận tải nhờ điều kiện tự nhiên lẫn tham vọng kỹ thuật của thế kỷ, thành phố đã đưa dòng chảy lúa mì lưu chuyển từ đồng bằng phì nhiêu đến trung tâm miền đông bắc. Nhưng thịt thì không được vậy vì đây là mặt hàng dễ hỏng. Chicago phát triển mạng lưới thịt đông lạnh từ giữa thế kỷ với những thùng hàng đầu tiên từ trại giết mổ ngoại vi thành phố tới phía đông.

Nhưng theo thời gian, sự mất cân bằng về cung/cầu gia tăng giữa các thành phố đói khát vùng đông bắc và gia súc vùng trung tây ngày càng tăng. Vào thập niên 1840 và 1850, khi tình trạng di dân khiến dân số ở các đô thị vùng đông bắc như Philadelphia, New York và các trung tâm đô thị khác gia tăng, nguồn cung thịt bò địa phương sụp đổ để duy trì nguồn cầu đang lên ở các thành phố. Trong khi đó, cuộc xâm thực Đại Bình nguyên đã khiến các chủ trại hăng say phát triển đàn gia súc lớn, không tương ứng với lượng dân số tiêu thụ. Người ta có thể chuyển gia súc sống đến các bang miền đông để giết thịt tại chỗ nhưng chi phí quá đắt đỏ, thêm nữa chúng thường bị gầy hoặc bị thương trên đường đi. Phân nửa số động vật không thể lấy thịt khi chuyển đến New York hay Boston.

Cuối cùng, nước đá đã mở ra lối thoát cho ngõ cụt này. Năm 1868, ông trùm Benjamin Hutchinson đã cho xây dựng một xưởng chế biến thực phẩm, với “phòng lạnh chứa băng đá tự nhiên cho phép bảo quản thịt lợn trong vòng một năm, một trong những sáng kiến của ngành công nghiệp,” như Donald Miller đã viết trong cuốn sách về lịch sử Chicago thế kỷ 19, City of the

Century (Thành phố Thế kỷ). Đó là khởi phát của một cuộc cách mạng không những thay đổi Chicago mà cả toàn bộ lãnh thổ tự nhiên miền trung nước Mỹ. Sau năm 1871, phòng lạnh của Hutchinson đã truyền cảm hứng cho các doanh nghiệp gia nhập vào ngành công nghiệp thịt hộp. Một số doanh nghiệp vận chuyển thịt bò trở lại miền đông bằng đường ô tô ray trong suốt mùa đông. Năm 1878, Gustavus Franklin Swift đã thuê một kỹ sư thiết kế ô tô đông lạnh để vận chuyển thịt bò đến Bờ Đông quanh năm. Đá lạnh được xếp vào thùng, bên trên thịt; từ điểm xuất phát đến cuối chặng, công nhân phải thay đá mới liên tục để bảo quản thịt phía dưới. Miller viết: “Ứng dụng vật lý này đã thay đổi phương thức buôn bán thịt bò truyền thống là giết thịt tại chỗ sang giao thương toàn cầu, với chuỗi ô tô đông lạnh đưa đến tàu thủy chở hàng đông lạnh, mang thịt bò từ Chicago tới bốn lục địa.” Thành công của giao thương toàn cầu đã biến đổi lãnh thổ tự nhiên của đồng bằng nước Mỹ như ngày nay: bãi chăn thả gia súc thay thế đồng cỏ mênh mông, như Miller mô tả: “một hệ thống thành phố-đồng quê là môi trường mạnh mẽ bậc nhất gây sức ép lên sự biến đổi lãnh thổ tự nhiên nước Mỹ từ sau khi sông băng của kỷ Băng hà tan chảy.”

Chuồng trại của Chicago mọc lên như nấm trong hai thập niên của thế kỷ 19, như Upton Sinclair viết: “sự kết hợp lớn nhất của lao động và tiền vốn ở cùng một chốn.” Trung bình mỗi năm có 14 triệu động vật bị giết thịt. Phong trào “ăn chậm” hiện đại tỏ thái độ khinh thị các khu liên hợp công nghiệp thực phẩm do hệ thống chuồng trại ở Chicago cùng mạng lưới vận chuyển hàng đông lạnh phát triển dựa trên các bãi chăn thả và giết mổ tàn nhẫn. Sinclair đã phác họa Chicago như một mẫu hình hỏa ngục công nghiệp hóa



Hai cậu bé đang quan sát hai người bán nước đá trên đường phố Harlem, 1936

của Dante, với kỹ thuật sử dụng ở các chuồng trại giống như chuyện giết chóc dã man thời Trung cổ. Mô hình công nghệ tiên tiến chủ yếu nằm ở chuỗi ô tô đông lạnh. Theodore Dreiser đã đúng khi mô tả chuồng trại như “con dốc hướng thẳng đến giết chóc, mổ xẻ và đông lạnh”.

Người ta thường kể, thành phố Chicago ra đời nhờ phát minh ra đường sắt và xây dựng kênh đào Erie. Song những duyên do đó mới chỉ kể một phần câu

chuyện. Sự phát triển phi mã của Chicago sẽ không bao giờ trở thành hiện thực nếu vắng bóng những tính chất hóa học kỳ lạ của nước: khả năng giữ và từ từ giải phóng cái lạnh chỉ với sự can thiệp tối thiểu của con người. Nếu vì lý do nào đó, tính chất hóa học của nước bỗng dưng đổi khác, sự sống trên Trái đất sẽ mang một hình thái khác hoàn toàn (nhiều khả năng sẽ không tiến hóa). Song nếu nước còn mất cả khả năng đông lại độc đáo, quỹ đạo của nước Mỹ thế kỷ 19 gần như chắc chắn đã theo một hướng khác. Bạn có thể mang hạt tiêu vòng quanh Trái đất mà không cần giữ lạnh song với thịt thì không thể. Nước đá cho phép ta nghĩ đến một mạng lưới thực phẩm kiểu mới. Chúng ta thường nghĩ về Chicago như một thành phố của những bờ vai rắn rỏi, những đế chế xe lửa và lò mổ. Nhưng cũng không sai nếu nói rằng nó được dựng lên bởi những liên kết tứ diện của hyđrô.

NẾU MỞ RỘNG KHUNG THAM CHIẾU và nhìn vào ngành kinh doanh nước đá trong bối cảnh lịch sử công nghệ, bạn sẽ thấy cải tiến của Tudor có phần khó hiểu, gần như lỗi thời. Bấy giờ là giữa thế kỷ 19, kỷ nguyên của những nhà máy vận hành nhờ than đá, hệ thống đường sắt và đường dây điện tín nối liền các đại đô thị. Vậy mà công nghệ làm lạnh hiện đại nhất vẫn chỉ dựa vào việc xẻ băng từ hồ. Hơn100.000 năm kể từ khi làm chủ được lửa, thứ được cho là sáng tạo đầu tiên của người Homo sapiens, chúng ta đã có nhiều trải nghiệm, thành thạo nhiều phương cách để tạo nhiệt. Song phía ngược lại của phổ nhiệt lại thách thức hơn nhiều. Cách mạng công nghiệp đã diễn ra cả trăm năm mà cái lạnh nhân tạo vẫn chừng như là ảo tưởng.

Nhưng nhu cầu thương mại cho nước đá, hàng triệu đô-la chảy ngược từ vùng nhiệt đới vào túi các “nam tước nước đá” vùng New England, đã gửi một tín hiệu đi khắp thế giới rằng cái lạnh có thể tạo ra của cải, kích thích các bộ óc sáng tạo tìm kiếm bước đi tiếp theo cho cái lạnh nhân tạo. Bạn có thể cho là thành công của Tudor sẽ tạo cảm hứng cho một thế hệ thương gia-sáng chế gia hám lợi như ông để tạo nên một cuộc cách mạng làm lạnh nhân tạo. Tuy vậy, không như chúng ta tung hô văn hóa khởi nghiệp trong thế giới công nghệ ngày nay, các phát kiến quan trọng nhất không phải luôn đến từ khám phá của khối tư nhân. Đôi khi ý tưởng mới được thúc đẩy bởi giấc mơ về một “gia sản lớn hơn cả mức chúng ta nên biết tiêu xài thế nào” như ở trường hợp của Tudor. Song nghệ thuật phát minh của con người có nhiều hơn một nàng thơ. Ngành buôn nước đá khởi đầu với giấc mơ làm giàu của một chàng trai trẻ, còn câu chuyện của cái lạnh nhân tạo lại bắt đầu từ nhu cầu cấp thiết và

nhân văn hơn: khi một bác sĩ nỗ lực cứu sống bệnh nhân của mình.

Câu chuyện bắt đầu từ cấp độ côn trùng ở Apalachicola, Florida, thị trấn có một vạn dân sống dọc đầm lầy với khí hậu cận nhiệt đới – môi trường hoàn hảo cho muỗi sinh sôi. Vào năm 1842, nhiều muỗi chắc chắn sẽ dẫn đến hiểm họa sốt rét. Tại bệnh viện khiêm tốn của thị trấn, bác sĩ John Gorrie phải chăm nom hàng tá bệnh nhân đang lên cơn sốt hầm hập.

Giữa lúc tuyệt vọng tìm cách hạ sốt cho bệnh nhân, bác sĩ Gorrie đã thử treo những tảng nước đá lên trần nhà bệnh viện. Đó hóa ra lại là một giải pháp hữu hiệu: các tảng nước đá làm mát không khí, không khí làm mát các bệnh nhân. Cơn sốt dịu xuống, một vài bệnh nhân của ông qua khỏi. Song thủ thuật thông minh của Gorrie, vốn sinh ra để đối phó với những nguy hại của khí hậu cận nhiệt đới, rốt cuộc lại bị một phụ phẩm môi trường phá hoại. Độ ẩm nhiệt đới không chỉ biến Florida trở thành miền mến khách với loài muỗi mà còn sinh ra một mối đe dọa nữa: những cơn bão. Một loạt tàu đắm đã trì hoãn việc vận chuyển nước đá từ New England, lấy đi nguồn cung cấp nước đá thường xuyên của Gorrie.

Vì vậy, vị bác sĩ trẻ bắt đầu nghiền ngẫm một giải pháp căn bản hơn cho bệnh viện của ông: tự làm nước đá. May mắn cho Gorrie, đây là thời điểm hoàn hảo cho ý tưởng ấy. Suốt hàng ngàn năm, ý tưởng về việc làm ra cái lạnh nhân tạo gần như là không tưởng với văn minh nhân loại. Chúng ta tạo ra nông nghiệp, đô thị, cống nước và máy in, nhưng đằng đẵng bao năm, cái lạnh vẫn nằm ngoài tầm với. Vậy mà bằng cách nào đó, tới giữa thế kỷ 19, chúng ta bắt đầu hình dung được về cái lạnh nhân tạo. Mượn một cụm từ tuyệt vời từ nhà lý thuyết phức hợp Stuart Kauffman, cái lạnh đã trở thành một phần sự “kề cận khả thi” của giai đoạn này.

Chúng ta giải thích ra sao về bước đột phá này? Đây không chỉ là vấn đề một bộ não thiên tài nảy ra một phát kiến thiên tài bởi vì anh ấy hay cô ấy thông minh hơn những người khác. Mà còn bởi các ý tưởng về căn bản là mạng lưới của các ý tưởng khác. Chúng ta sử dụng các công cụ, ẩn dụ, khái niệm và hiểu biết khoa học của thời đại mình, pha trộn chúng thành điều gì đó mới mẻ. Song nếu bạn không có những hình khối đúng, đột phá sẽ không xảy ra dù cho bạn tài giỏi đến đâu. Bộ óc thông minh nhất thế giới cũng không thể phát minh ra tủ lạnh vào giữa thế kỷ 17. Nó đơn giản không phải là một phần của sự kề cận khả thi vào thời điểm đó. Nhưng vào năm 1850, các mảnh ghép

đã tiến đến gần nhau.



Bác sĩ John Gorrie

Mảnh đầu tiên nghe chừng rất khôi hài với ngày nay: trước nhất, chúng ta cần khám phá ra rằng, không khí thực ra được cấu tạo bởi một vật chất nào đó và giữa các đồ vật không phải là khoảng không trống rỗng. Vào thế kỷ 17, các nhà khoa học nghiệp dư đã khám phá ra một hiện tượng kỳ lạ: trong môi trường chân không, không gian dường như thực sự trống rỗng và có tính chất khác hẳn bầu không khí thông thường. Lửa sẽ bị dập tắt trong chân không; khóa chân không chặt đến mức hai đàn ngựa cũng không tách ra nổi. Năm 1659, nhà khoa học người Anh Robert Boyle đã đặt một con chim vào trong hũ và hút hết không khí bằng bơm hút chân không. Đúng như Boyle dự đoán, con chim đã chết – và kinh ngạc hơn, nó còn bị đông cứng. Nếu chân không khác không khí thường đến mức có thể dập tắt sự sống, nghĩa là phải có vài vật chất vô hình nào đó tạo nên không khí. Điều này gợi ý rằng, thay đổi thể tích và áp suất không khí có thể thay đổi nhiệt độ của nó. Tri thức nở rộ vào thế kỷ 18, khi đầu máy hơi nước buộc các kỹ sư phải tìm ra chính xác cách thức nhiệt độ và năng lượng chuyển hóa lẫn nhau, từ đó phát minh ra cả bộ môn khoa học nhiệt động lực học. Các dụng cụ đo nhiệt độ và khối lượng có độ chính xác ngày một cao, cùng với những thang đo được tiêu chuẩn hóa như Celcius (độ C) và Fahrenheit (độ F). Đó là trường hợp thường thấy trong lịch sử khoa học và phát minh: khi độ chính xác của đo lường tiến một bước, nhiều chuyện sẽ trở nên khả thi.

Tất cả các mảnh ghép này quay cuồng trong trí não của Gorrie như các phân tử khí va đập với nhau, hình thành những liên kết mới. Khi rảnh rỗi, ông lại chế tạo máy làm lạnh. Nó dùng năng lượng từ van để nén khí. Sự nén làm tăng nhiệt độ không khí. Sau đó, chiếc máy làm lạnh khí nén bằng cách để nó chạy qua các ống được làm mát bằng nước. Khi không khí giãn nở, nó hút nhiệt từ môi trường; và giống như các liên kết tứ diện của hyđrô vỡ thành nước dạng lỏng, quá trình hút nhiệt này làm lạnh không khí quanh nó. Thậm chí nó có thể được sử dụng để làm nước đá.

Thật kinh ngạc, chiếc máy của Gorrie đã hoạt động. Không còn phải phụ thuộc vào nước đá chuyển từ ngàn dặm xa xôi, Gorrie hạ sốt cho bệnh nhân

bằng cái lạnh tự chế. Ông xin cấp bằng sáng chế và dự đoán chính xác một tương lai khi cái lạnh nhân tạo, như ông đã viết, “sẽ phục vụ nhân loại tốt hơn… Nhờ hệ thống làm mát của tôi, hoa quả, rau củ, thịt cá sẽ được bảo quản trong quá trình vận chuyển cho người người thưởng thức!”

Mặc dù là nhà sáng chế thành công, nhưng Gorrie đã không trở thành thương gia. Nhờ thành công của Tudor, nước đá tự nhiên trở nên dồi dào và có giá cả phải chăng khi không bị bão tố ngăn trở. Chuyện tồi tệ hơn khi Tudor tự mình thực hiện một chiến dịch bôi nhọ phát minh của Gorrie – cho rằng cỗ máy của Gorrie sản xuất ra thứ nước đá bị nhiễm khuẩn. Đó là trường hợp kinh điển của việc một ngành kinh doanh thống lĩnh miệt thị công nghệ mới mạnh hơn, giống như việc những chiếc máy tính đầu tiên có giao diện đồ họa đã bị đối thủ miệt thị là “đồ chơi”, không phải “máy móc nghiêm túc cho doanh nghiệp”. John Gorrie qua đời không một xu dính túi và không bán nổi một chiếc máy.

Song ý tưởng về làm lạnh nhân tạo không chết theo Gorrie. Sau hàng ngàn năm thờ ơ, thế giới bỗng chốc bừng lên một loạt bằng sáng chế về kỹ thuật làm lạnh nhân tạo. Thình lình, ý tưởng đó xuất hiện ở khắp nơi, không phải vì người ta ăn cắp ý tưởng của Gorrie mà vì họ đã chạm vào kiến trúc căn bản kia một cách độc lập. Cuối cùng, những mảnh ghép khái niệm đã ở đúng vị trí và vì thế ý tưởng tạo ra một bầu không khí mát mẻ nhân tạo đột ngột ngập tràn khí quyển.

Những tấm bằng sáng chế lan khắp hành tinh là thí dụ cho thấy sự hiếu kỳ lớn lao trong lịch sử phát minh, hiện tượng mà các học giả ngày nay gọi là “phát minh lặp”. Đó là khi một nhóm các nhà nghiên cứu sống rải rác về mặt địa lý cũng tình cờ có khám phá độc lập tương tự. Các thiên tài độc lập cùng gặp nhau ở một ý tưởng, nhưng không ai trong số họ mơ đến một ngoại lệ. Phần lớn các khám phá đều trở thành điều không thể tưởng tượng nổi tại một thời điểm lịch sử, sau đó nhiều người bắt đầu tưởng tượng về nó. Ở nơi nào đó trên thế giới, một nhà khoa học hoặc một nhà phát minh nảy ra một ý tưởng thiên tài, anh ta trình bày trước cộng đồng phát hiện đáng lưu tâm của mình chỉ để nhận ra đã có ba bộ óc khác đã độc lập nghĩ ra ý tưởng tương tự trong năm trước. Pin điện, điện tín, động cơ hơi nước, thư viện nhạc điện tử, tất cả đều được phát minh vài lần hoàn toàn độc lập trong quãng vài năm. Đầu thập niên 1920, hai học giả Đại học Columbia đã khảo sát lịch sử phát

minh trong một tiểu luận xuất sắc có nhan đề: “Có phải phát minh là tất yếu?” Họ đã ghi nhận 148 trường hợp phát minh lặp, đa số xảy ra trong cùng một thập niên. Hàng trăm phát minh đã được khám phá từ đó.

Việc làm lạnh cũng không khác biệt: hiểu biết về nhiệt động lực học và các tính chất hóa học cơ bản của không khí, kết hợp với các khối tài sản đến từ ngành kinh doanh nước đá đã tạo thời cơ chín muồi cho những phát minh về làm lạnh nhân tạo. Một trong những nhà phát minh lặp là kỹ sư người Pháp Ferdinand Carré, người đã độc lập thiết kế máy làm lạnh theo đúng những nguyên lý căn bản của Gorrie. Ông bắt tay dựng các mẫu đầu tiên của chiếc máy làm lạnh tại Paris nhưng ý tưởng của ông sau cùng lại thành công nhờ những sự kiện xảy đến bên kia bờ Đại Tây Dương – một trận đói nước đá dạng khác ở Nam Mỹ. Sau khi Nội chiến Mỹ bùng nổ năm 1861, Liên bang đã phong tỏa các bang miền Nam nhằm làm hao tổn nền kinh tế của Liên minh. Hải quân Liên bang chặn đứng dòng chảy nước đá còn hiệu quả hơn các cơn bão nổi lên dọc hải lưu Gulf Stream. Với nền kinh tế và văn hóa phụ thuộc vào ngành buôn bán nước đá, các bang miền Nam nóng nực bỗng thấy cần cái lạnh nhân tạo đến tuyệt vọng.

Khi chiến tranh leo thang, các tàu hàng buôn lậu đôi khi có thể vượt qua vòng phong tỏa vào ban đêm để tới neo đậu tại các bãi biển dọc bờ Đại Tây Dương và Vịnh Mexico. Song những tay buôn lậu không chỉ chở thuốc súng và vũ khí. Đôi khi họ còn đem đến các mặt hàng tân kỳ: những chiếc máy làm đá theo thiết kế của Carré. Những chiếc máy mới mẻ này dùng amoniac để làm lạnh và có thể làm ra 180 kg nước đá mỗi giờ. Chúng được chở lậu từ Pháp tới Texas, Georgia và Lousiana. Một mạng lưới các nhà phát minh mày mò những chiếc máy này và cải thiện hiệu năng của chúng. Một số nhà máy sản xuất đá lạnh được mở ra, đánh dấu sự khởi đầu trên sân khấu chính của công nghiệp hóa. Tới năm 1870, các bang miền nam nước Mỹ đã làm ra nhiều nước đá nhân tạo hơn bất kỳ nơi nào trên thế giới.

Trong các thập niên sau nội chiến, việc làm lạnh nhân tạo bùng nổ và buôn bán nước đá tự nhiên dần trở nên lạc hậu. Làm lạnh trở thành ngành công nghiệp khổng lồ, không chỉ đo bằng lượng tiền trao tay mà cả kích cỡ máy móc: những cỗ máy quái thú chạy bằng động cơ hơi nước nặng hàng trăm tấn, được bảo dưỡng bởi cả một đội kỹ sư làm việc toàn thời gian. Vào đầu thế kỷ 20, khu Tribeca của New York – nay là nơi có các căn hộ áp mái đắt

nhất hành tinh – thực chất là chiếc máy lạnh khổng lồ. Toàn bộ các khối nhà không có cửa sổ được thiết kế để làm lạnh cơn lũ nông sản bất tận đến từ chợ đồ ăn Washington gần đó.

Mọi chi tiết trong câu chuyện về cái lạnh ở thế kỷ 19 đều xoay quanh việc làm lớn hơn, tham vọng hơn. Song cuộc cách mạng tiếp theo trong làm lạnh nhân tạo lại đi theo hướng hoàn toàn trái ngược. Cái lạnh sẽ thu nhỏ lại. Lạ lùng thay, dấu chân nhỏ hơn của làm lạnh nhân tạo rốt cuộc sẽ mở màn cho các thay đổi trong xã hội loài người, lớn lao đến mức bạn có thể trông thấy chúng từ vũ trụ.

MÙA ĐÔNG NĂM 1916, một nhà tự nhiên học lập dị, đồng thời cũng là doanh nhân, dời gia đình nhỏ của mình đến vùng lãnh nguyên Labrador. Ông đã sống một mình ở đây qua mấy mùa đông, mở một công ty nuôi cáo và thỉnh thoảng chuyển những con thú cùng báo cáo về Cục Khảo sát Sinh học Liên bang. Năm tuần sau khi sinh con trai, vợ con được đoàn tụ cùng ông. Dù nói thế nào đi nữa, Labrador cũng không phải chốn lý tưởng cho trẻ sơ sinh. Khí hậu vô cùng khắc nghiệt, nhiệt độ thường xuyên xuống dưới -34 độ C và thiếu thốn thiết bị y tế hiện đại. Ngay cả thức ăn cũng không phải một thứ đáng ao ước. Khí hậu lạnh lẽo của Labrador đồng nghĩa với việc tất cả đồ ăn trong suốt mùa đông hoặc bị đông đá hoặc có chất bảo quản: ngoại trừ cá, không còn nguồn thực phẩm tươi sống nào khác. Một bữa ăn điển hình mà dân địa phương gọi là “brewis” gồm cá tuyết muối và hard tack – loại bánh quy khô cứng như đá, được đun lên và trang trí bằng “scrunchions” – những lát mỡ lợn muối nhỏ và chiên giòn. Mọi món thịt hoặc thực phẩm đóng đá khác sẽ trở nên mềm nhũn và nhạt nhẽo khi rã đông.

Nhưng nhà tự nhiên học là một ẩm thực gia ưa trải nghiệm, rất mê ẩm thực của các nền văn hóa khác nhau. (Trong nhật ký, ông ghi lại mọi thứ đã ăn, từ rắn đuôi chuông cho đến chồn hôi.) Và vì thế ông đi câu cá dưới băng với một vài thổ dân người Eskimo. Họ đục lỗ trên mặt hồ đóng băng và thả dây xuống câu cá hồi. Với nhiệt độ âm rất sâu, một con cá khi bị kéo khỏi mặt hồ sẽ đóng băng chỉ sau vài giây.

Khi ngồi ăn với cả nhà ở Labrador, nhà tự nhiên học trẻ đã vô tình tìm thấy một thí nghiệm khoa học đột phá. Khi rã đông con cá hồi đóng đá trong chuyến đi câu, họ khám phá ra nó có vị tươi ngon hơn hẳn thức ăn thông thường. Sự khác biệt đáng ngạc nhiên đến mức ông bị ám ảnh về việc tìm ra

lý do tại sao cá hồi đông lạnh lại giữ được vị tươi ngon hiệu quả đến thế. Vậy là Clarence Birdseye bắt tay vào một nghiên cứu mà sau này sẽ khiến tên ông được in trên bao bì những gói đậu và que cá đông lạnh trong siêu thị khắp thế giới.

Lúc đầu, Birdseye suy đoán cá hồi giữ được độ tươi chỉ đơn giản vì mới được câu lên, nhưng khi nghiên cứu sâu hơn hiện tượng này, ông bắt đầu nghĩ, ắt hẳn phải có yếu tố nào khác. Đầu tiên, cá hồi câu ở lỗ băng giữ nguyên hương vị hàng tháng trời, không như các loại cá đông lạnh khác. Ông bắt đầu thí nghiệm với rau củ đông lạnh và khám phá ra rằng bằng cách nào đó, các sản phẩm được đóng đá vào giữa mùa đông có vị ngon hơn hẳn đóng đá vào cuối mùa thu hoặc đầu mùa xuân. Ông phân tích đồ ăn dưới kính hiển vi, nhận ra một khác biệt đáng kinh ngạc của các tinh thể nước đá được hình thành suốt quá trình đóng băng: những sản phẩm đóng đá bị mất hương vị có các tinh thể lớn hơn đáng kể, các tinh thể này có lẽ đã phá vỡ cấu trúc phân tử của chính món ăn.



Quảng cáo tủ lạnh General Electric năm 1949

Sau cùng, Birdseye đi đến một giải thích mạch lạc cho sự khác biệt đáng kể trong hương vị: tất cả là đều liên quan đến tốc độ đóng đá. Quá trình đóng đá chậm khiến các liên kết hyđrô của nước đá hình thành dạng tinh thể lớn hơn. Nhưng nếu sự đóng đá diễn ra chỉ trong vài giây – cấp đông, như chúng ta gọi ngày nay – nó sẽ sản sinh ra các tinh thể nhỏ hơn nhiều, ít tác động đến thực phẩm hơn. Những tay câu Eskimo không hề biết đến các tinh thể và phân tử song họ đã hưởng ích lợi của cấp đông suốt hàng thế kỷ khi kéo những con cá sống ra khỏi nước, đưa chúng vào không khí lạnh kinh hoàng.

Khi tiếp tục thí nghiệm, một ý tưởng mới bỗng nhen lên trong tâm trí Birdseye: bởi làm lạnh nhân tạo đã trở nên càng lúc càng phổ biến, nếu xử lý được vấn đề chất lượng, thị trường cho thực phẩm đông lạnh có lẽ sẽ rất rộng mở. Như Tudor trước kia, Birdseyes bắt đầu ghi chép lại các thí nghiệm về cái lạnh. Và cũng như Tudor, các ý tưởng cũng lần lữa trong đầu ông một thập kỷ trước khi trở nên khả thi về mặt thương mại. Đó không phải là một phút chứng ngộ hay lóe sáng mà là thứ gì nhẩn nha hơn, một ý tưởng thành hình từng chút một theo thời gian. Đó là thứ mà tôi thích gọi là “linh cảm

chậm” – ý tưởng không lóe lên như ánh điện mà cô đặc dần qua vài thập kỷ, không phải vài giây.



Clarence Birdseye ở Labrador, Canada năm 1916

Cảm hứng đầu tiên cho Birdseye là sự tuyệt đỉnh tươi ngon: con cá hồi vừa kéo từ hồ lên. Song nguồn cảm hứng tiếp theo lại hoàn toàn trái ngược: một tàu cá thương mại khổng lồ đầy cá tuyết rữa. Sau chuyến phiêu lưu ở Labrador, Birdseye trở về quê nhà ở New York, nhận công việc ở Hội nghề cá, nơi lần đầu tiên ông được tận mắt thấy điều kiện kinh khủng đặc trưng của ngành đánh cá thương mại. Sau này Birdseye viết: “Sự kém hiệu quả và thiếu vệ sinh trong quá trình phân phối cá tươi ghê tởm đến mức tôi phải bắt tay vào phát triển một phương pháp loại bỏ các phần không ăn được ra khỏi thực phẩm dễ hư hỏng trong quá trình chế biến, rồi đóng chúng vào những hộp chứa nhỏ gọn, tiện dụng, và phân phối tới tay các bà nội trợ, giữ nguyên vẹn độ tươi ngon của chúng.”

Trong những thập niên đầu thế kỷ 20, thực phẩm đông lạnh đồng nghĩa với sản phẩm hạng bét. Bạn có thể mua cá hoặc thực phẩm đông lạnh nhưng đa phần không thể nuốt nổi. (Thực tế, đồ đông lạnh tồi tệ tới mức bị cấm sử dụng trong các nhà tù bang New York vì không đạt tiêu chuẩn cho phạm nhân ăn.) Vấn đề mấu chốt là đồ ăn được kết đông ở nhiệt độ khá cao, chỉ dưới ngưỡng đóng băng vài độ. Tuy vậy, vài thập kỷ trước đó, các tiến bộ khoa học cho phép con người có thể tạo ra nhiệt độ tương tự như tại Labrador. Đầu những năm 1920, Birdseye đã phát triển một quy trình cấp đông sử dụng các thùng carton đựng cá đông lạnh xếp chồng lên nhau ở -40 độ C. Lấy cảm hứng từ mô hình công nghệ hiện đại của nhà máy Model T của Henry Ford, ông phát triển một loại “máy kết đông băng tải kép”, giúp chạy quy trình cấp đông trên một dây chuyền sản xuất hiệu quả hơn. Ông thành lập công ty General Seafood, dùng kỹ thuật sản xuất mới này. Birdseye nhận ra rằng bất kỳ thứ gì – hoa quả, thịt, rau củ – được cấp đông bằng phương pháp này đều tươi ngon đáng kể sau khi rã đông.



Clarence Birdseye thí nghiệm với cà rốt xắt lát để xác định mối liên hệ giữa

tốc độ trộn và vận tốc không khí trên thức ăn

Thực phẩm đông lạnh vẫn cần một thập kỷ nữa để trở thành một phần thiết yếu trong thực đơn người Mỹ. (Cần có một lượng tủ đông rất lớn trong siêu thị và bếp gia đình, điều phải tới những năm sau chiến tranh mới thành hiện thực.) Song các thử nghiệm của Birdseye hứa hẹn đến mức vào năm 1929, chỉ vài tháng trước khi xảy ra sự kiện Thứ sáu Đen tối, General Seafood được công ty Postum Cereal mua lại và nhanh chóng đổi tên thành General Foods. Những cuộc phiêu lưu câu cá trên băng của Birdseye đã biến ông thành triệu phú. Đến nay, tên ông vẫn còn xuất hiện trên bao bì các gói cá cắt thanh đông lạnh.

Bước đột phá thực phẩm đông lạnh của Birdseye được thành hình như một linh cảm chậm nhưng nó cũng xuất hiện như sự va chạm giữa nhiều không gian địa lý và trí tuệ khác nhau. Để hình dung ra một thế giới với thực phẩm cấp đông, Birdseye cần trải qua thách thức nuôi sống cả gia đình ở khí hậu vùng cực, nơi cái rét dữ dội bủa vây; cần dành thời gian đi câu cá với người Eskimo; cần kiểm tra những container hôi thối của tàu đánh cá tuyết đậu trong cảng New York; cần có kiến thức khoa học để biết cách tạo ra nhiệt độ sâu dưới ngưỡng đóng đá; và cần kiến thức công nghiệp để tạo một dây chuyền sản xuất. Giống như các ý tưởng vĩ đại khác, bước đột phá của Birdseye không chỉ bao gồm một hiểu biết đơn lẻ mà cần cả một mạng lưới ý tưởng, tập hợp lại thành một hình thái mới. Điều khiến ý tưởng của Birdseye trở nên mạnh mẽ không đơn giản là trí tuệ của ông mà còn là sự đa dạng của các không gian và các hình thái chuyên môn được ông kết hợp.



Công nhân Birds Eye đóng gói thực phẩm đông lạnh trên băng chuyền. Bức ảnh không rõ ngày chụp, khoảng năm 1922-1950

Trong kỷ nguyên yêu chuộng thực phẩm tươi ngon, có nguồn gốc địa phương và sản xuất thủ công ngày nay, những bữa tối đông lạnh (TV dinner) – phổ biến trong những thập niên sau khám phá của Birdseye – không còn được ưa chuộng nữa. Song trong hình thái nguyên sơ, thực phẩm đông lạnh tốt với sức khỏe, bổ sung dinh dưỡng vào thực đơn cho người Mỹ. Thực phẩm cấp đông cực nhanh góp phần mở rộng mạng lưới thực phẩm về cả không gian và thời gian: nông sản thu hoạch vào mùa hè có thể giữ được nhiều tháng sau đó;

người Denver hay Dallas có thể thưởng thức món cá vùng Bắc Đại Tây Dương. Thà ăn đậu đông lạnh vào tháng một, còn hơn chờ năm tháng sau để được ăn đồ tươi.

ĐẾN THẬP NIÊN 1950, người Mỹ đã tiếp thu một lối sống chịu ảnh hưởng sâu sắc của cái lạnh nhân tạo. Họ mua bữa tối đông lạnh từ tủ mát siêu thị, xếp chồng chúng vào ngăn lạnh sâu trong chiếc tủ lạnh mới coóng hiệu Frigidaires có công nghệ làm đá hiện đại nhất. Hậu thuẫn phía sau, xương sống của nền kinh tế đông lạnh là hạm đội xe khổng lồ có khoang lạnh, vận chuyển những chuyến đậu đông Birds Eye (và nhiều hãng khác) đi khắp đất nước.

Thế nhưng, trong một gia đình Mỹ điển hình những năm 1950, thiết bị làm lạnh tân thời không trữ cá phi lê cho bữa tối hay làm đá cho mấy ly Martini. Nó được sử dụng để hạ nhiệt (và giảm độ ẩm) cho toàn bộ ngôi nhà. Người nghĩ ra “thiết bị xử lý không khí” đầu tiên là kỹ sư trẻ Willis Carrier vào năm 1902. Câu chuyện phát minh của Carrier là trường hợp kinh điển trong biên niên sử những khám phá tình cờ. Chàng kỹ sư 25 tuổi Carrier được thuê lập kế hoạch cho một công ty in ở Brooklyn giúp mực in của họ không bị nhòe vào các tháng hè ẩm ướt. Phát minh của Carrier không chỉ đẩy độ ẩm khỏi phòng in mà còn làm mát không khí. Carrier nhận ra mọi người đột nhiên thích ăn trưa ở cạnh máy in và ông bắt đầu mày mò thiết kế một cỗ máy điều chỉnh độ ẩm và nhiệt độ trong không gian kín. Vài năm sau, Carrier đã thành lập một công ty – đến nay vẫn là hãng sản xuất điều hòa không khí hàng đầu thế giới – tập trung vào mục đích sử dụng công nghiệp. Nhưng Carrier mau chóng bị thuyết phục rằng, điều hòa thuộc về đại chúng.



Phòng thí nghiệm của hãng Carrier thử nghiệm sản phẩm mới trị giá 700 đô-la, đáp ứng cho sáu phòng, máy điều hòa trung tâm khuếch tán hơi mát trên sàn nhà; hơi nước làm khí lạnh hiển thị, bay lên khoảng một mét. Ảnh năm 1945

Bài thử lớn đầu tiên của Carrier là vào cuối tuần lễ Chiến sĩ trận vong (Memorial Day) năm 1925, khi ông giới thiệu một hệ thống điều hòa thử nghiệm trong rạp chiếu phim hàng đầu của hãng Paramount ở Manhattan, rạp Rivoli. Rạp chiếu phim vốn hết sức ngột ngạt vào những tháng hè. (Thực ra,

vào thế kỷ 19, rất nhiều địa điểm vui chơi giải trí ở Manhattan có hệ thống làm mát bằng đá song hệ thống này lại làm ẩm không khí.) Trước khi có điều hòa, ý tưởng về phim bom tấn mùa hè vẻ như hết sức phi lý: một căn phòng chật kín hàng ngàn người nhễ nhại mồ hôi là ngõ cùng mà bạn đến trong một ngày nóng nực. Vì vậy, Carrier đã thuyết phục Adolph Zukor, giám đốc huyền thoại của Paramount, rằng ông sẽ hái ra tiền nếu đầu tư hệ thống điều hòa trung tâm cho rạp phim.



Hệ thống điều hòa ở Công ty in Sackett & Wilhems

Bản thân Zukor cũng từng dự buổi chạy thử vào ngày lễ Chiến sĩ trận vong, kín đáo ngồi trên hàng ghế ban công. Carrier và đồng sự gặp chút trục trặc kỹ thuật khi khởi động điều hòa; căn phòng đầy những chiếc quạt tay vung vẩy trước giờ chiếu. Sau này Carrier gợi nhắc lại cảnh ấy trong hồi ký:

Trong một ngày nóng nực, cần nhiều thời gian để hạ nhiệt nhanh một phòng chiếu đông người, nhất là khi nó chật ních người. Dần dần, gần như không nhận thấy, những chiếc quạt được hạ xuống khi tác động của hệ thống điều hòa trở nên rõ rệt. Một vài người vẫn quen tay song chẳng mấy chốc, họ cũng ngừng quạt… Chúng tôi quay về sảnh và chờ ngài Zukor bước xuống. Khi thấy chúng tôi, ông không chờ được hỏi ý kiến. Ông nói gọn lỏn: “Đúng, người ta sẽ thích nó!”

GIỮA NHỮNG NĂM 1925 VÀ 1950, đa phần người Mỹ đều được trải nghiệm điều hòa không khí ở các mặt bằng thương mại như rạp chiếu phim, trung tâm thương mại, khách sạn hay cao ốc văn phòng. Carrier nhận ra điều hòa được sinh ra để hướng đến không gian trong nhà, nhưng chúng lại quá cồng kềnh và đắt đỏ so với hộ gia đình trung lưu. Tập đoàn Carrier đã hé mở viễn cảnh ấy qua việc trưng bày “Nhà tuyết của tương lai” ở Hội chợ Thế giới năm 1939. Trong khối kiến trúc kỳ cục trông như một phần kem ốc quế vani năm tầng, với sự hỗ trợ của một đội “thỏ tuyết” theo phong cách Rockette, Carrier đã giới thiệu sự kỳ diệu của điều hòa không khí trong nhà.

Song viễn cảnh mang sự mát mẻ đến các hộ gia đình của Carrier bị trì hoãn do Thế chiến thứ hai bùng nổ. Phải đến cuối thập niên 1940, gần nửa thế kỷ sau những thử nghiệm đầu tiên, điều hòa mới đến được với các hộ gia đình

khi điều hòa di động treo tường xuất hiện trên thị trường. Chưa đầy nửa thập kỷ, người Mỹ đã lắp đặt hơn một triệu máy mỗi năm. Khi nghĩ về công nghệ tiểu hình hóa (thu nhỏ) của thế kỷ 20, tâm trí chúng ta thường hướng về bóng bán dẫn hoặc vi mạch, nhưng dấu vết thu nhỏ của điều hòa cũng rất xứng đáng có một vị trí trong biên niên sử sáng chế: một chiếc máy từng cồng kềnh hơn xe tải nay thu lại đến mức lắp vừa khung cửa sổ.

Chính sự thu nhỏ này nhanh chóng gây nên một chuỗi sự kiện phi thường khác, theo nhiều cách có ảnh hưởng ngang ngửa cách xe ô tô tác động lên mô hình định cư ở nước Mỹ. Những nơi từng quá nóng và ẩm ướt – gồm cả vài thành phố từng khiến chàng trai trẻ Frederic Tudor mồ hôi nhễ nhại – đột nhiên trở nên dễ chịu hơn với một bộ phận lớn dân chúng. Năm 1964, xu thế di cư lịch sử từ miền Nam lên miền Bắc, được định hình sau Nội chiến Mỹ, đã đảo chiều. Vành đai Mặt trời nới rộng với dòng di dân mới từ các bang lạnh hơn. Họ nay đã có thể chịu đựng được khí hậu nhiệt đới ẩm và khí hậu sa mạc nóng bỏng nhờ điều hòa trong nhà. Dân số Tucson tăng từ 45.000 lên 210.000 chỉ sau 10 năm; dân số Houston tăng từ 600.000 lên 940.000 trong cùng thập kỷ đó. Vào thập niên 1920, khi Willis Carrier lần đầu trình diễn tác động của điều hòa với Adolph Zukor tại rạp Rivoli, Florida có chưa đầy một triệu dân. Nửa thế kỷ sau, bang này sắp sửa trở thành một trong bốn bang lớn nhất nước Mỹ với 10 triệu người trốn trong những căn nhà lắp điều hòa suốt các tháng hè ẩm ướt. Phát minh của Carrier không chỉ lưu chuyển các phân tử ôxy và nước. Nó còn lưu chuyển cả con người.



Rạp Irvin, những năm 1920

Những biến động lớn trong nhân khẩu học luôn đi kèm tác động chính trị. Làn sóng di dân đến Vành đai Mặt trời đã thay đổi bản đồ chính trị nước Mỹ. Vốn là thành lũy của Đảng Dân chủ, miền Nam là nơi tập trung một số lượng lớn người già nghỉ hưu, vốn bảo thủ hơn trong quan điểm chính trị. Nhà sử học Nelson W. Polsby từng mô tả trong cuốn sách How Congress Evolves (Sự tiến hóa của Quốc hội), Đảng Cộng hòa di chuyển xuống miền Nam ở thời kỳ hậu-điều-hòa cũng mạnh như việc xóa bỏ nền tảng “Dixiecrat” khi phe nổi dậy chống lại các phong trào nhân quyền. Ở Quốc hội, điều này gây nên nghịch lý trong việc giải phóng làn sóng cải cách tự do, khi Đảng Dân

chủ không phân chia thành phe bảo thủ miền Nam và phe cấp tiến miền Bắc. Song điều hòa lại có dấu ấn mạnh mẽ trong việc bầu cử Tổng thống. Dân số ở Florida, Texas và nam California gia tăng làm dịch chuyển các đoàn đại cử tri về Vành đai Mặt trời. Giữa thập niên 1940 và 1980, những bang có khí hậu ấm áp thu được tới 29 phiếu đại cử tri, trong khi những bang lạnh hơn ở đông bắc và Vành đai Rỉ sắt mất đi 31 phiếu. Nửa đầu thế kỷ 20, chỉ có hai tổng thống hay phó tổng thống xuất thân từ các bang ở Vành đai Mặt trời. Tuy nhiên, từ năm 1952, mọi lá phiếu tranh cử tổng thống thắng cuộc đều có một ứng viên từ Vành đai Mặt trời, cho đến khi Barack Obama và Joe Biden phá lệ vào năm 2008.

Đây là toàn cảnh lịch sử: gần một thế kỷ sau khi Willis Carrier bắt đầu nghĩ cách để mực khỏi nhòe ở Brooklyn, khả năng chi phối các phân tử khí tí hon và độ ẩm của chúng ta đã thay đổi bản đồ chính trị Hoa Kỳ. Song sự trỗi dậy của Vành đai Mặt trời mới chỉ là buổi tổng duyệt cho các sự kiện sắp xảy ra trên quy mô toàn cầu. Trên khắp hành tinh, những siêu đô thị tăng trưởng nhanh nhất chủ yếu nằm ở các vùng khí hậu nhiệt đới: Chennai (Ấn Độ), Bangkok (Thái Lan), Manila (Philippines), Jakarta (Indonesia), Karachi (Pakistan), Lagos (Nigeria), Rio de Janeiro (Brazil), Dubai (Các Tiểu vương quốc Ả Rập thống nhất). Các nhà nhân khẩu học dự đoán đến năm 2025, các thành phố nóng nực này sẽ đón thêm hơn một tỷ cư dân mới.



“Nhà tuyết tương lai”. Tiến sĩ Willis H. Carrier cầm nhiệt kế trong buổi trình diễn nhà tuyết để mô tả máy điều hòa tại Hội chợ Thế giới St. Loius. Nhiệt độ duy trì trong nhà tuyết là 20^{o}C

Chắc chắn rất nhiều người trong số dân di cư đó không có điều hòa trong nhà, hoặc ít nhất là chưa có, và sự phát triển bền vững của các đô thị này vẫn là câu hỏi bỏ ngỏ, nhất là ở những nơi có khí hậu sa mạc. Song khả năng làm chủ nhiệt độ và độ ẩm tại các tòa cao ốc, cửa hàng và các gia đình giàu có đã cho phép các đô thị trung tâm này có được bệ phóng kinh tế, nâng tầm siêu đô thị. Không hề ngẫu nhiên khi đến trước nửa sau thế kỷ 20, các thành phố lớn nhất thế giới – London, Paris, New York, Tokyo – hầu như đều nằm ở đới khí hậu ôn hòa. Điều ta chứng kiến hôm nay có thể là cuộc di cư lớn nhất trong lịch sử loài người, được thúc đẩy trước hết bởi một thiết bị gia dụng.

NHỮNG KẺ MỘNG MƠ, NHỮNG NHÀ PHÁT MINH mở ra cuộc cách mạng cái lạnh mà không hề có khoảnh khắc đột khởi eureka và ý tưởng thiên tài của họ cũng hiếm khi lập tức thay đổi thế giới. Đa phần họ đi từ linh cảm, rồi bền bỉ giữ các linh cảm ấy suốt nhiều năm, thậm chí là nhiều thập kỷ, cho đến khi đủ mảnh ghép tập hợp với nhau. Vài phát minh trong số đó có vẻ vụn vặt với chúng ta hôm nay. Tất cả trí tuệ tập thể được tập hợp qua nhiều thập kỷ này lẽ nào chỉ để mang lại bữa tối đông lạnh? Nhưng thế giới đông lạnh mà Tudor và Birdseye gợi mở đã làm được nhiều việc hơn là lấp đầy que cá khắp hành tinh. Nó cũng làm gia tăng dân số nhờ công nghệ cấp đông và trữ lạnh tinh trùng, trứng và phôi. Hàng triệu sinh mạng trên khắp thế giới tồn tại nhờ kỹ thuật làm lạnh nhân tạo. Ngày nay, tiến bộ trong kỹ thuật trữ lạnh noãn, giúp phụ nữ lưu trữ được những trứng khỏe mạnh khi họ còn trẻ, có thể kéo dài khả năng sinh sản đến ngoài 40, 50 tuổi. Ngày nay, chúng ta có nhiều lựa chọn để sinh con – từ các cặp đồng tính nữ hoặc mẹ đơn thân sử dụng ngân hàng tinh trùng để thụ tinh, tới các phụ nữ có thêm hai thập kỷ làm việc trước khi nghĩ đến việc có con – tất cả sẽ chỉ là chuyện hão huyền nếu thiếu phát minh về cấp đông.

Khi nghĩ về các ý tưởng đột phá, chúng ta có xu hướng bị giới hạn bởi quy mô của phát minh ban đầu. Khi nhận thức về cách làm ra cái lạnh nhân tạo, chúng ta nghĩ, nó đồng nghĩa với việc phòng ngủ mát hơn, chúng ta ngủ ngon hơn vào những đêm oi bức, hay những viên đá lạnh tốt lành để pha soda. Chỉ chừng đó sẽ dễ hiểu hơn. Song nếu bạn chỉ kể câu chuyện về cái lạnh như thế, bạn đã bỏ qua tầm vóc sử thi của nó. Chỉ hai thế kỷ sau khi Frederic Tudor manh nha ý tưởng mang nước đá đến Savannah, khả năng làm chủ cái lạnh nay đã giúp con người cải tổ mô hình định cư trên khắp hành tinh và mang hàng triệu đứa trẻ đến với thế gian. Nhìn thoáng qua, nước đá có vẻ là tiến bộ khá tầm thường: một mặt hàng đắt tiền, phù phiếm. Thế nhưng, trải hơn hai thế kỷ, ảnh hưởng của nó bắt đầu gây choáng váng, khi chúng ta sử dụng góc nhìn toàn cảnh: từ sự biến chuyển của Đại Bình nguyên Bắc Mỹ đến thổi sự sống vào phôi trữ lạnh; rồi sự bung tỏa của các thành phố mênh mông trên sa mạc cát.

Chương 3Âm thanh

Xấp xỉ một triệu năm trước, biển cả rút khỏi vùng lòng chảo mà ngày nay là Paris, để lại một vành đai trầm tích đá vôi – vốn là một rặng san hô sống. Theo thời gian, dòng sông Cure ở Burgundy chầm chậm len lỏi qua các khối đá vôi này, kiến tạo một mạng lưới hang động và đường hầm mà sau này sẽ được trang hoàng bởi các nhũ đá và măng đá hình thành từ nước mưa và cacbonic. Các phát hiện khảo cổ học cho thấy rằng người Neanderthal cùng những người hiện đại đầu tiên dùng các hang động này làm nơi trú ẩn và hành lễ suốt hàng chục nghìn năm. Đầu thập kỷ 1990, bộ sưu tập đồ sộ các bức vẽ cổ đại được phát hiện trên vách của một tổ hợp hang động ở Arcy-sur-Cure: trên một trăm hình vẽ bò rừng bison, voi ma mút lông lá, chim, cá – và thậm chí, ám ảnh nhất, còn có cả dấu tay trẻ nhỏ. Kỹ thuật định niên đại bằng đồng vị phóng xạ cho biết các bức vẽ ấy đã 30.000 năm tuổi. Và chỉ những bức vẽ ở Chauvet, thuộc miền nam nước Pháp, mới có niên đại lâu hơn.

Tranh hang động thường được coi là bằng chứng cho nỗ lực tái hiện thế giới qua hình ảnh của người nguyên thủy. Rất lâu trước phát minh điện ảnh, tổ tiên chúng ta quây quần trong các hang động sáng ánh lửa, nhìn chăm chú lên những hình ảnh nhảy nhót trên vách hang. Song gần đây, người ta đã đưa ra một giả thuyết mới về cách người nguyên thủy sử dụng hang động Burgundy, không nhấn mạnh vào hình vẽ trong các hành lang dưới lòng đất này mà vào âm thanh của nó.

Vài năm sau khi các bức vẽ ở Arcy-sur-Cure được phát hiện, Iegor Reznikoff, nhà nhân học âm nhạc của Đại học Paris, bắt đầu nghiên cứu các hang động theo cách của loài dơi: lắng nghe tiếng dội và tiếng vang ở những đoạn khác nhau của tổ hợp hang động. Từ lâu người ta đã biết những bức vẽ của người Neanderthal chỉ tập trung ở một số phần hang động nhất định, với một số bức phức tạp và được trang trí công phu nhất ở nơi sâu hơn một cây số. Reznikoff quả quyết các bức vẽ đều được đặt ở những phần hang đặc biệt về mặt âm thanh, những nơi cho tiếng vang sâu lắng nhất. Khi đứng dưới các bức vẽ động vật thời Đá cũ ở cuối hang Arcy-sur-Cure, nếu gây ra một tiếng động lớn, bạn sẽ nhận được bảy tiếng dội khác biệt. Tiếng vang vọng sẽ kéo dài xấp xỉ năm giây sau khi dây thanh quản của bạn ngừng rung. Về mặt âm học, hiệu ứng này không khác gì kỹ thuật “bức tường âm thanh” nổi tiếng mà

nhà sản xuất Phil Spector dùng trong các bản thu vào thập niên 1960 cho các nghệ sĩ như The Ronettes, Ike và Tina Turner. Trong hệ thống của Spector, bản thu âm được dẫn qua một căn phòng dưới tầng hầm chứa đầy loa và micrô, tạo ra tiếng dội nhân tạo rất lớn. Ở Arcy-sur-Cure, hiệu ứng này được tạo ra bởi môi trường tự nhiên của chính hang động.

Giả thuyết của Reznikoff cho rằng cộng đồng người Neanderthal đã tụ tập quanh các bức hình vừa hoàn thành, cùng nhau ca hát trong một nghi lễ nào đó, dùng những tiếng vang vọng của hang động để khuếch đại một cách thần thánh tiếng hát của mình. (Ông còn phát hiện các chấm nhỏ màu đỏ được vẽ ở những phần hang giàu âm lực khác.) Tổ tiên chúng ta không thể thu lại âm thanh đã nghe như cách ghi lại trải nghiệm nhìn thế giới trong các bức vẽ. Song nếu Reznikoff đúng, thì những người tiền sử ấy đã thử nghiệm một hình thức kỹ thuật âm thanh sơ khai – khuếch đại và tinh chỉnh một trong những thanh âm ấm lòng bậc nhất: giọng nói con người.



Khám phá ở La grotte d’Arcy-sur-Cure, Pháp, tháng 9 năm 1991

Nỗ lực tinh chỉnh giọng nói cuối cùng đã mở đường cho một loạt đột phá công nghệ và xã hội trên cả phương diện giao tiếp, tính toán, chính trị và nghệ thuật. Chúng ta dễ dàng chấp nhận rằng khoa học và công nghệ đã cải thiện tầm nhìn của mình một cách phi thường: từ cặp mắt kính đến kính thiên văn Keck. Nhưng các dây thanh quản rung động khi chúng ta phát biểu hay ca hát cũng được tiếp lực rất nhiều bởi kỹ thuật nhân tạo. Giọng nói của chúng ta lớn hơn; chúng bắt đầu đi theo các đường dây dưới đáy đại dương; chúng trượt khỏi những ràng buộc thô bạo của Trái đất rồi đập vào các vệ tinh. Các cuộc cách mạng thị giác quan trọng đa phần diễn ra vào khoảng giữa thời kỳ Phục hưng và thời kỳ Khai sáng: kính mắt, kính hiển vi, kính viễn vọng giúp nhìn rõ hơn, gần hơn và xa hơn. Song phải đến cuối thế kỷ 19, công nghệ âm thanh mới xuất hiện với sức mạnh toàn lực. Khi ấy, nó thay đổi gần như mọi thứ. Tuy vậy, mọi chuyện không bắt đầu từ việc khuếch đại. Bước nhảy vĩ đại đầu tiên về nỗi ám ảnh của giọng nói đến cùng hành động đơn giản là ghi lại nó.

HÀNG NGHÌN NĂM sau khi các giọng ca Neanderthal tụ tập ở chốn vang vọng của quần thể hang động Burgundy, ý tưởng ghi lại âm thanh hãy còn kỳ

ảo như cổ tích. Suốt quãng nghìn năm ấy, chúng ta đã trau chuốt nghệ thuật thiết kế không gian âm học giúp khuếch đại giọng nói và nhạc cụ: nhà thờ Trung cổ, xét đến cùng, chứa đựng nhiều kỹ thuật âm thanh không kém việc tạo ra trải nghiệm thị giác hoành tráng. Song không ai nghĩ tới việc thu trực tiếp âm thanh. Âm thanh thật thanh tao, khó nắm bắt. Chúng ta chỉ có thể bắt chước âm thanh bằng giọng nói và nhạc cụ.

Giấc mơ ghi lại giọng nói chỉ bước vào vùng kề cận khả thi sau hai phát minh quan trọng: một thuộc lĩnh vực vật lý và một thuộc lĩnh vực giải phẫu. Từ những năm 1500, các nhà khoa học bắt đầu đặt giả thiết rằng, âm thanh đi qua không khí dưới dạng sóng vô hình. (Ít lâu sau, họ đã khám phá ra các sóng này đi nhanh gấp bốn lần khi truyền qua môi trường nước, một đặc tính thú vị sẽ phải chờ đến bốn thế kỷ sau mới được khai thác.) Sang tới thời Khai sáng, các cuốn sách giải phẫu học chi tiết đã vẽ lại cấu trúc cơ bản của tai người, mô tả cách sóng âm đi qua ốc tai hình phễu, tạo nên các rung động trên màng nhĩ. Vào những năm 1850, người thợ in Édouard-Léon Scott de Martinville ở Paris vô tình đọc được một cuốn sách giải phẫu, nó khơi lên trong ông niềm hứng thú về sinh lý học và vật lý âm thanh.

Scott cũng từng theo học tốc ký; vài năm trước khi bắt đầu tư duy về âm thanh, ông đã xuất bản một cuốn sách về lịch sử tốc ký. Vào thời điểm đó, tốc ký là kỹ thuật ghi âm tiên tiến nhất; không hệ thống nào có thể ghi lại lời nói với sự chính xác và tốc độ cao như một tốc ký viên thực thụ. Song khi nhìn vào tranh minh họa chi tiết tai trong, một suy nghĩ mới mẻ bắt đầu xuất hiện trong đầu Scott: biết đâu quá trình ghi chép lại giọng nói có thể thực hiện tự động. Thay vì con người, một cỗ máy có thể ghi lại các sóng âm.

Tháng 3 năm 1857, 20 năm trước phát minh máy ghi âm của Edison, văn phòng sáng chế của Pháp đã cấp bằng cho Scott về máy ghi chép âm thanh. Chiếc máy của Scott dẫn sóng âm đi qua một thiết bị hình phễu được bọc một đầu bằng màng da mỏng. Sóng âm sẽ gây ra các dao động trên lớp màng mỏng này, rồi truyền tới một cây bút lông lợn. Cây bút sẽ khắc các sóng âm này lên một tờ giấy được phủ muội đèn. Ông gọi phát minh của mình là “phonautograph”: máy ký âm tự động.



Tai người

Trong biên niên sử phát minh, có lẽ không gì đáng tò mò về sự kết hợp giữa tật viễn thị và cận thị hơn câu chuyện của máy ký âm tự động. Một mặt, Scott đã có bước tiến quan trọng về khái niệm – rằng sóng âm có thể được tách từ không khí và ghi lại bằng máy – một thập kỷ trước khi các nhà phát minh và nhà khoa học khác quan tâm. (Khi bạn sống trước Thomas Edison tới hai mươi năm, mà đã làm được điều này, bạn có thể chắc chắn mình là một thiên tài.) Song phát minh của Scott lại què quặt vì một hạn chế sơ đẳng – thậm chí là nực cười. Ông đã phát minh ra chiếc máy ghi âm đầu tiên trong lịch sử nhưng quên không thêm chức năng phát lại.

Thực ra, từ "quên" hơi nặng nề. Ngày nay, chúng ta cho rằng hiển nhiên một thiết bị ghi âm luôn kèm theo tính năng giúp nghe lại đoạn thu. Phát minh một máy ký âm mà không kèm bộ phận phát lại giống như phát minh ra ô tô mà quên trục bánh xe vậy. Nhưng đó là bởi chúng ta đang phán xét công trình của Scott trên một hệ quy chiếu khác. Ban đầu, không ai tin có thể có một chiếc máy truyền được âm thanh bắt nguồn từ nơi khác; cho đến khi Alexander Graham Bell bắt đầu tái tạo sóng âm ở một đầu dây điện thoại, sự phát lại mới trở thành bước tiến hiển nhiên. Theo một nghĩa nào đó, Scott phải tìm kiếm hai điểm mù: ý tưởng có thể ghi lại âm thanh và ý tưởng có thể chuyển ngược các bản ghi ấy về dạng sóng âm. Scott nắm bắt thành công ở điểm thứ nhất, nhưng hoàn toàn không đạt đến điểm thứ hai. Không phải ông quên hay thất bại trong việc phát lại âm thanh mà vấn đề là ý tưởng này chưa bao giờ nảy ra trong đầu ông.

Nếu phát lại chưa từng là một phần trong kế hoạch của Scott thì cần đặt ra câu hỏi: vì sao từ đầu ông lại để tâm đến việc tạo ra máy ký âm. Một thiết bị ghi âm nhưng không thể phát lại thì có ích gì? Ở đây chúng ta gặp phải con dao hai lưỡi khi dựa vào các ẩn dụ bao quát, đem ý tưởng từ lĩnh vực này áp dụng vào một bối cảnh mới.



Édouard-Léon Scott de Martinville, nhà văn, nhà phát minh máy ký âm tự động



Máy ký âm tự động, khoảng năm 1857

Scott đến với ý tưởng về ghi âm thông qua ẩn dụ về tốc ký: ghi lại sóng thay vì từ ngữ. Ẩn dụ cấu trúc này cho phép ông thực hiện bước tiến đầu tiên, đi trước đồng nghiệp nhiều năm, nhưng có lẽ lại ngăn ông thực hiện bước tiếp theo. Một khi từ ngữ được chuyển sang bảng mã tốc ký, thông tin ghi lại sẽ được giải mã bởi những người hiểu loại mã này. Scott nghĩ máy ký âm của ông sẽ áp dụng cùng nguyên lý đó. Chiếc máy sẽ khắc sóng âm vào muội đèn, mỗi lần giật bút tương ứng với một vài đơn âm mà giọng nói của con người phát ra. Và con người sẽ học cách đọc các dòng ngoằn ngoèo này giống như học đọc chữ tốc ký. Về mặt nào đó, Scott hoàn toàn không cố sức phát minh ra máy ghi âm. Ông chỉ cố phát minh ra máy ghi chép – có điều bạn sẽ phải học một ngôn ngữ hoàn toàn mới để đọc được các bản ghi đó.

Nếu nhìn lại thì đó không phải là một ý tưởng điên rồ. Con người đã chứng tỏ khả năng đặc biệt tốt trong việc học và nhận biết những khuôn mẫu trực quan; một khi đã học được và thuộc nằm lòng bảng chữ cái, chúng ta có thể đọc mà không cần nghĩ. Sóng âm thanh khi đã được ghi lên giấy cũng đâu khác gì?

Đáng tiếc là bộ xử lý thần kinh của con người dường như không chứa kỹ năng nhìn và đọc sóng âm. 150 năm đã qua sau phát minh của Scott, chúng ta đã làm chủ được nghệ thuật và khoa học âm thanh, đến mức hẳn sẽ làm Scott kinh ngạc. Nhưng không một ai trong số chúng ta học được cách phân tích bằng hình ảnh thứ ngôn ngữ nói ẩn trong những sóng âm được ghi lại kia. Đây là một canh bạc sáng suốt rốt cuộc thua trắng. Để giải mã một đoạn ghi âm, chúng ta cần chuyển nó lại thành âm thanh, từ đó hiện giải mã qua màng nhĩ, chứ không phải qua võng mạc.

Có thể chúng ta chưa bao giờ đọc được sóng âm song chắc chắn chúng ta không lười nhác: suốt một thế kỷ rưỡi kể từ phát minh của Scott, chúng ta đã phát minh được máy “đọc” hình ảnh thị giác dạng sóng và chuyển nó về dạng âm thanh, chẳng hạn máy tính. Chỉ vài năm trước, một nhóm nhà sử học nghiên cứu âm thanh gồm David Giovanni, Patrick Feaster, Meagan Hennessey và Richard Martin đã tìm ra một bộ sưu tập các bản ký âm của Scott tại Học viện Khoa học ở Paris, trong đó có một bản từ tháng 4 năm 1860, được bảo quản tuyệt vời. Giovanni cùng đồng sự đã quét các dòng mờ nhòe, đứt quãng được khắc lên muội đèn từ thời Lincoln. Họ chuyển hình ảnh này về dạng sóng kỹ thuật số rồi phát lại qua loa máy tính.

Ban đầu, họ nghĩ đó là giọng một phụ nữ đang hát khúc dân ca Pháp Au Clair De La Lune nhưng sau đó họ nhận thấy mình đang phát lại đoạn âm thanh với tốc độ nhanh gấp đôi. Khi giảm về nhịp độ chuẩn, một giọng nam vang lên giữa tiếng rạn và rít: đó là Édouard-Léon Scott de Martinville đang khe khẽ hát từ đáy mộ.

Dễ hiểu là dù được bật đúng tốc độ, bản ghi này vẫn không đạt chất lượng cao nhất. Suốt phần lớn đoạn băng, những tạp âm từ thiết bị ghi lấn át cả giọng Scott. Song ngay cả khuyết điểm rõ rệt này cũng nhấn mạnh tầm quan trọng lịch sử của các bản ghi. Những tiếng rít của tín hiệu âm thanh xuống cấp đã trở nên quen thuộc với những đôi tai thế kỷ 20. Nhưng đó không phải âm thanh tự nhiên. Sóng âm giảm, dội hoặc nén lại trong môi trường tự nhiên nhưng nó không vỡ thành các tiếng ồn cơ khí. Âm thanh của tĩnh điện là một âm thanh hiện đại. Scott là người đầu tiên ghi lại nó dù phải mất một thế kỷ rưỡi người ta mới nghe được âm thanh ấy.

Nhưng điểm mù của Scott không phải là cái kết của câu chuyện. Mười lăm năm sau khi ông được cấp bằng sáng chế, một nhà phát minh khác đã thí nghiệm với máy ký âm, điều chỉnh thiết kế ban đầu của Scott, thêm vào một cái tai thật lấy từ một tử thi để tăng độ thẩm âm. Sau khi mày mò, ông đã tìm ra phương pháp vừa ghi lại vừa truyền dẫn âm thanh. Tên ông là Alexander Graham Bell.

VÌ LÝ DO NÀO ĐÓ, công nghệ âm thanh dường như lại lấy đi thính lực của những người tiên phong trong lĩnh vực này. Hết lần này đến lần khác, cha đẻ của các công cụ đem đến cách thức chia sẻ và truyền dẫn âm thanh mới đều khó hình dung cuối cùng người ta sẽ sử dụng công cụ đó vào việc gì. Khi Thomas Edison hoàn tất thiết kế ban đầu của Scott và phát minh ra máy ký âm vào năm 1877, ông hình dung chiếc máy này sẽ được dùng làm phương tiện gửi thư thoại qua hệ thống bưu điện. Các cá nhân có thể ghi âm thư thành những dòng chữ trên giấy sáp, rồi bỏ nó vào bao thư để vài ngày sau người nhận có thể nghe lại. Bell, sau khi phát minh ra điện thoại, lại có một tính toán sai lầm theo chiều ngược lại: ông hình dung một trong các ứng dụng cơ bản của điện thoại là làm phương tiện chia sẻ nhạc sống. Một dàn nhạc hoặc ca sĩ sẽ ngồi ở một đầu dây, còn thính giả sẽ ngồi lại và thưởng thức âm nhạc ở đầu dây bên kia. Theo một cách nào đó, mọi thứ ngược hẳn với dự tính của hai nhà phát minh huyền thoại: con người cuối cùng lại dùng máy ký âm để

nghe nhạc và dùng điện thoại để liên lạc với bạn bè.

Là một phương tiện truyền thông, điện thoại giống với các mạng lưới một-đối-một của dịch vụ bưu chính. Trong thời đại của truyền thông đại chúng sau này, các nền tảng truyền thông mới tất yếu bị lôi về phía mô hình các nhà sáng tạo truyền thông lớn và khán giả thụ động. Cho đến khi thư điện tử ra đời một thế kỷ sau, hệ thống điện thoại đã duy trì mô hình riêng tư hơn, một-đối-một thay vì mô hình giao tiếp một-với-nhiều người. Điện thoại mang lại các hệ quả rộng lớn và đa chiều. Các cuộc gọi quốc tế mang thế giới lại gần hơn dù những sợi dây liên kết chúng ta vẫn rất mỏng manh. Đường dây đầu tiên xuyên Đại Tây Dương cho phép các cuộc gọi dân sự giữa Bắc Mỹ và châu Âu chỉ mới được lắp đặt vào năm 1956. Trong lần lắp đặt đầu tiên này, hệ thống chỉ tiếp nhận đồng thời 24 cuộc gọi. Mới 50 năm trước thôi, đó là toàn bộ băng thông trao đổi âm thanh giữa hai lục địa: trong vài trăm triệu tiếng nói, chỉ hai tá cuộc hội thoại cùng một lúc. Điều thú vị là đường dây điện thoại nổi tiếng nhất thế giới – “điện thoại đỏ” – tức đường dây nóng giữa Nhà Trắng và Điện Kremlin, không phải là điện thoại đúng nghĩa. Được thiết lập sau sự cố liên lạc suýt dẫn đến chiến tranh hạt nhân trong Khủng hoảng tên lửa Cuba, đường dây nóng này thực ra là một máy điện tín, cho phép gửi đi các thông điệp nhanh chóng và tuyệt mật giữa hai cường quốc. Các cuộc gọi thoại bị coi là quá rủi ro xét tới những khó khăn của việc phiên dịch cùng lúc.

Bên cạnh đó, điện thoại cũng tạo nên những chuyển biến khó nhận thấy hơn. Nó truyền bá nét nghĩa hiện đại của từ “hello” – lời chào mở đầu hội thoại – biến từ này thành một trong những từ dễ nhận biết nhất trên Trái đất. Tổng đài điện thoại trở thành một trong các con đường đầu tiên để phụ nữ tiến vào tầng lớp lao động. (Giữa thập niên 1940, riêng AT&T đã thuê 250.000 phụ nữ.) Trong một cuộc tranh luận vào năm 1908, John J. Carty, quản lý cấp cao của AT&T, đã cho rằng, điện thoại tác động đến các tòa nhà chọc trời không kém gì thang máy:

Nghe có vẻ ngớ ngẩn khi nói Bell và những người kế thừa là cha đẻ của kiến trúc thương mại hiện đại – các tòa nhà chọc trời. Nhưng hãy khoan! Hãy thử xem xét tòa nhà Singer, Flatiron, Broad Exchange, Trinity hay bất cứ tòa cao ốc khổng lồ nào khác. Bạn nghĩ mỗi ngày sẽ có bao nhiêu thông điệp ra vào từng tòa nhà ấy? Giả sử không có điện thoại và mỗi thông điệp lại cần một

người chuyển phát? Bạn nghĩ sẽ còn bao nhiêu mét văn phòng chưa bị thang máy lấp đầy? Các khối kiến trúc như vậy sẽ trở nên bất khả thi về mặt kinh tế.



Phòng thí nghiệm của nhà phát minh Alexander Graham Bell, nơi ông đã thử nghiệm truyền dẫn âm thanh bằng điện năm 1886

Nhưng có lẽ di sản ý nghĩa nhất của điện thoại nằm ở tổ chức kỳ lạ và tuyệt vời phát triển từ nó: Phòng thí nghiệm Bell, tổ chức đóng vai trò quan trọng trong hầu hết các công nghệ lớn của thế kỷ 20. Radio, ống chân không, bóng bán dẫn, tivi, pin năng lượng mặt trời, cáp đồng trục, tia laser, bộ vi xử lý, máy tính, điện thoại di động, sợi quang học: các công cụ thiết yếu của đời sống hiện đại đều bắt nguồn từ những ý tưởng tại Phòng thí nghiệm Bell. Không phải ngẫu nhiên nó được biết đến với cái tên “Nhà máy ý tưởng”. Câu hỏi thú vị về Phòng thí nghiệm Bell không phải là nó phát minh ra cái gì. (Câu trả lời rất đơn giản: gần như tất cả.) Câu hỏi thực sự là tại sao Phòng thí nghiệm Bell có thể sáng tạo nhiều đến thế cho thế kỷ 20. Lịch sử minh định của Phòng thí nghiệm Bell, trong cuốn The Idea Factory (Nhà máy ý tưởng) của Jon Gertner, đã hé lộ bí mật về thành công của phòng thí nghiệm này. Không chỉ nhờ sự đa dạng về tài năng, dám thất bại, sẵn sàng đánh cược lớn – tất cả những đặc điểm ấy, Phòng thí nghiệm Bell đều phải chia sẻ với phòng thí nghiệm nổi tiếng của Thomas Edison ở Menlo Park cũng như nhiều phòng nghiên cứu khác trên thế giới. Điều làm nên sự khác biệt căn bản cho Phòng thí nghiệm Bell liên quan nhiều đến luật chống độc quyền không kém gì các thiên tài mà nơi đây thu hút được.

Ngay từ năm 1913, AT&T đã đấu tranh với chính phủ Mỹ về vấn đề độc quyền kiểm soát dịch vụ điện thoại quốc gia. Việc AT&T là nhà độc quyền vốn không thể chối cãi. Nếu thực hiện một cuộc gọi ở Mỹ vào bất kỳ thời điểm nào giữa những năm 1930 và 1984, bạn gần như chắc chắn đã sử dụng mạng AT&T. Quyền lực độc quyền mang lại lợi nhuận khổng lồ cho công ty bởi nó không có bất kỳ đối thủ đáng kể nào. Song trong suốt 70 năm, AT&T đã tìm cách giữ khoảng cách với cơ quan quản lý bằng cách thuyết phục họ rằng mạng điện thoại nhất thiết phải là ngành “độc quyền tự nhiên”. Mạng điện thoại analog quá phức tạp, không thể để một đám hỗn độn cạnh tranh

nhau quản lý; vì thế, nếu người Mỹ cần một mạng điện thoại đáng tin cậy, họ nên để một công ty duy nhất quản lý. Cuối cùng, các luật sư chống độc quyền ở Bộ Tư pháp đưa ra một thỏa hiệp độc đáo, chính thức có hiệu lực từ năm 1956. AT&T được duy trì độc quyền về dịch vụ điện thoại song bất kỳ phát minh được cấp bằng sáng chế nào có xuất xứ từ Phòng thí nghiệm Bell sẽ phải được cấp phép miễn phí cho mọi công ty Hoa Kỳ thấy nó hữu ích và tất cả bằng sáng chế mới phải được cấp phép với một mức phí khiêm tốn. Thực tế, chính phủ cho phép AT&T giữ lại lợi nhuận nhưng đổi lại họ phải cho đi ý tưởng của mình.



Nhân viên thiết lập "điện thoại đỏ", đường dây huyền thoại nối Nhà Trắng và Điện Kremlin trong thời kỳ Chiến tranh Lạnh. Ảnh ngày 30 tháng 8 năm 1963 tại Nhà Trắng, Washington, D.C, Mỹ

Đó là một thỏa hiệp độc đáo mà ta hiếm có khả năng thấy lần nữa. Sức mạnh độc quyền đem lại cho công ty một quỹ tín thác gần như vô tận dành cho nghiên cứu, có điều, mọi ý tưởng thú vị đến từ các nghiên cứu này lập tức có thể bị các công ty khác sử dụng. Rất nhiều thành tựu sau chiến tranh của người Mỹ trong lĩnh vực điện tử – từ bóng bán dẫn, đến máy tính và điện thoại di động – đều liên quan đến thỏa thuận năm 1956. Nhờ giải pháp chống độc quyền ấy, Phòng thí nghiệm Bell trở thành "đứa con lai" kỳ lạ nhất trong lịch sử của chủ nghĩa tư bản: một cỗ máy lợi nhuận khổng lồ sản xuất ra những ý tưởng sẽ được xã hội hóa vì mọi mục đích khả thi. Người Mỹ phải trả thuế thập phân cho AT&T để sử dụng dịch vụ điện thoại nhưng các sáng tạo của AT&T sẽ thuộc về tất cả mọi người.

MỘT TRONG NHỮNG ĐỘT PHÁ MANG TÍNH CẢI BIẾN NHẤT của Phòng thí nghiệm Bell ra đời trước thỏa thuận 1956. Vì các lý do có thể hiểu được, nó hầu như bị lờ đi vào thời điểm bấy giờ: phải gần nửa thế kỷ sau, cuộc cách mạng mà cuối cùng nó khởi động mới xảy ra và bản thân sự tồn tại của nó đã từng là bí mật quốc gia, được canh giữ cẩn mật ngang ngửa với Dự án Manhattan. Nhưng dù sao đi nữa, nó cũng là một cột mốc và một lần nữa, lại bắt nguồn từ giọng nói của con người.

Sáng tạo dẫn đến sự ra đời Phòng thí nghiệm Bell – chiếc điện thoại của Bell – đã đưa chúng ta qua ngưỡng cửa có tính quyết định trong lịch sử công

nghệ: lần đầu tiên, một bộ phận của thế giới vật chất được thể hiện trực tiếp qua năng lượng điện. (Điện tín đã chuyển các ký tự nhân tạo thành điện nhưng âm thanh thuộc về cả hai phạm trù: tự nhiên và văn hóa.) Một người nói vào máy thu, các sóng âm này được chuyển thành xung điện và trở lại hình thức sóng âm ở đầu dây bên kia. Âm thanh là giác quan đầu tiên của con người được điện hóa. (Vào cùng thời kỳ này, điện giúp chúng ta nhìn thế giới rõ hơn nhờ bóng đèn, nhưng đến vài thập kỷ sau chúng ta vẫn chưa thể lưu trữ hay truyền phát những gì nhìn thấy.) Và khi các sóng âm đó biến thành điện, nó có thể truyền đi rất xa với tốc độ đáng kinh ngạc.

Nhưng dù các tín hiệu điện tử có kỳ diệu tới đâu, chúng vẫn có điểm yếu. Khi dịch chuyển giữa các thành phố trong những sợi cáp đồng, chúng dễ bị giảm, mất tín hiệu hoặc nhiễm tạp âm. Như chúng ta sẽ thấy, các bộ khuếch đại giúp giải quyết vấn đề đó bằng cách gia tăng tín hiệu khi chúng đi qua đường dây. Nhưng mục tiêu cuối cùng là một tín hiệu thuần khiết, một sự thể hiện hoàn hảo âm thanh gốc, không giảm chất lượng sau khi luồn lách qua mạng điện thoại. Điều thú vị là con đường cuối cùng dẫn tới mục tiêu này lại bắt đầu bằng một mục tiêu khác: không phải để giữ giọng nói của chúng ta thuần khiết mà để bảo mật chúng.

Trong suốt Thế chiến thứ hai, nhà toán học huyền thoại Alan Turing hợp tác với A.B. Clark của Phòng thí nghiệm Bell xây dựng một đường dây liên lạc an toàn, mật danh SIGSALY, cho phép chuyển sóng âm của giọng nói thành biểu thức toán học. SIGSALY ghi sóng âm 20.000 lần mỗi giây, nắm bắt biên độ và tần suất sóng tại mỗi giây đó. Nhưng việc ghi âm không được thực hiện bằng cách biến sóng âm thành tín hiệu điện hay đường rãnh trên trục lăn sáp. Thay vào đó, nó biến thông tin thành những con số, được mã hóa bằng ngôn ngữ nhị phân với 0 và 1. Cách gọi "ghi âm" thực ra không chính xác. Sử dụng thuật ngữ phổ biến trong cộng đồng nhạc sĩ hip-hop và điện tử 50 năm sau, họ gọi đây là quá trình "lấy mẫu"(sampling). Thực tế, họ "chụp" các khung hình của sóng âm 20.000 lần mỗi giây, có điều các khung hình này được viết dưới dạng các số 0 và 1 thay vì analog.

Làm việc với các mẫu tín hiệu số giúp việc truyền dẫn an toàn trở nên dễ dàng hơn: bất kỳ ai dò tìm tín hiệu analog truyền thống sẽ chỉ nghe thấy một luồng tiếng ồn điện tử. (SIGSALY có mật danh là "Ong bắp cày xanh" vì thông tin thô nghe như tiếng vo ve của loài côn trùng này.) Dùng phương

pháp toán học để mã hóa tín hiệu số rõ ràng hiệu quả hơn tín hiệu analog. Dù người Đức chặn và thu lại rất nhiều giờ truyền phát của SIGSALY, nhưng họ chưa bao giờ giải mã được chúng.

Được một đơn vị đặc biệt của Army Signal Corp (Ban Thông tín quân đội) phát triển và các nhà nghiên cứu ở Phòng thí nghiệm Bell giám sát, SIGSALY bắt đầu đi vào hoạt động từ ngày 15 tháng 7 năm 1943, khởi động bằng cuộc gọi lịch sử xuyên Đại Tây Dương giữa Lầu Năm Góc và London. Mở đầu cuộc gọi, trước khi cuộc đàm thoại chuyển sang vấn đề chiến sự nặng nề, Chủ tịch Phòng thí nghiệm Bell, Tiến sĩ O. E. Buckley đã có vài lời giới thiệu về bước đột phá công nghệ mà SIGSALY mang đến:

Chúng ta tề tựu hôm nay tại Washington và London để khai thông một dịch vụ mới: điện thoại mật. Đây là sự kiện có ý nghĩa quan trọng với cuộc chiến mà những người ở đây có thể đánh giá tốt hơn tôi. Xét về thành tựu kỹ thuật, tôi cho rằng nó đáng được xếp cùng các tiến bộ lớn lao của công nghệ điện thoại. Nó không chỉ đại diện cho mục tiêu được tìm kiếm lâu nay – bảo mật tuyệt đối đường truyền sóng vô tuyến điện thoại – mà còn đại diện cho ứng dụng thực tế đầu tiên của các phương pháp truyền dẫn điện thoại mới hứa hẹn một tầm ảnh hưởng sâu xa.

Dù sao, Buckley vẫn đánh giá chưa đúng tầm “các phương pháp mới” này. SIGSALY không chỉ là cột mốc của công nghệ điện thoại. Ở bình diện rộng hơn, đó là bước ngoặt trong lịch sử truyền thông và liên lạc: lần đầu tiên, các trải nghiệm của chúng ta được số hóa. Công nghệ đứng sau SIGSALY vẫn tiếp tục hiệu quả trong việc cung cấp các đường dây mật. Song lực đẩy thực sự của nó lại nằm ở một đặc tính độc đáo và tuyệt diệu khác: các bản sao số hóa là những bản sao hoàn hảo. Với thiết bị phù hợp, những mẫu âm thanh số có thể được truyền và sao chép hoàn hảo. Biết bao xoay vần trong bối cảnh truyền thông hiện đại – sự tự đổi mới của ngành kinh doanh âm nhạc bắt đầu với các dịch vụ chia sẻ tệp như Napster, sự trỗi dậy của truyền thông trực tuyến (streaming media) và sự đổ vỡ của mạng lưới TV truyền thống – tất cả đều bắt nguồn từ những tiếng vo ve của “Ong bắp cày xanh”. Nếu các sử gia robot trong tương lai phải tìm một sự kiện đánh dấu sự ra đời của “kỷ nguyên kỹ thuật số” – tầm cỡ ngày mùng 4 tháng 7 hay Ngày phá ngục Bastille – cuộc điện thoại xuyên Đại Tây Dương tháng 7 năm 1943 chắc chắn sẽ có thứ hạng cao trong danh sách. Một lần nữa, khát khao tái tạo giọng nói con người

đã mở rộng vùng tiệm cận khả thi. Lần đầu tiên trong lịch sử, trải nghiệm của con người đã được số hóa.

CÁC MẪU SỐ HÓA CỦA SIGSALY có thể băng qua Đại Tây Dương lại nhờ một đột phá về truyền thông khác, cũng thuộc Phòng thí nghiệm Bell: radio. Thật thú vị vì radio sau cùng lại trở thành phương tiện bão hòa bởi tiếng trò chuyện hay tiếng hát, nhưng khởi phát của nó lại hoàn toàn khác. Những đường truyền radio đầu tiên – do Guglielmo Marconi thực hiện gần như đồng thời với một số nhà phát minh khác trong những thập niên cuối thế kỷ 19 – chỉ để gửi mã Morse. (Marconi gọi phát minh của mình là "điện báo không dây".) Song không lâu sau khi dữ liệu bắt đầu chảy qua sóng không khí, các nhà khoa học và các phòng nghiên cứu bắt đầu nghĩ cách đưa lời nói, tiếng ca trở thành một phần của dòng dữ liệu này.

Trong số những người mày mò đầu tiên có Lee De Forest, nhà phát minh tài năng và thất thường nhất thế kỷ 20. Làm việc trong phòng thí nghiệm riêng ở Chicago, De Forest có mơ ước kết hợp điện báo radio của Marconi với điện thoại của Bell. Ông tiến hành một loạt thí nghiệm với máy phát khe điện cực, một thiết bị tạo ra xung điện điện từ đều và sáng có thể dò được bằng ăng-ten dù ở xa nhiều dặm, rất hoàn hảo để gửi mã Morse. Đêm nọ, khi De Forest đang tạo một chuỗi xung, ông chợt để ý đến một hiện tượng lạ trong phòng: mỗi lần ông tạo tia lửa, lửa từ ngọn đèn chạy bằng khí ga chuyển sang trắng và bùng lên. De Forest nghĩ bằng cách nào đó xung điện từ đã khiến ngọn lửa mạnh hơn. Ánh sáng nhấp nháy của ngọn đèn đã gieo một ý tưởng vào đầu ông: có thể dùng khí ga để khuếch đại bộ thu tín hiệu radio yếu, giúp nó đủ mạnh để truyền các tín hiệu giàu dữ liệu như giọng nói, chứ không chỉ các xung nhịp ngắt quãng của mã Morse. Sau này ông viết có phần khoa trương rằng: "Tôi đã tìm ra một Đế chế Vô hình của Không khí, tuy vô hình nhưng cứng tựa hoa cương."

Sau vài năm thử nghiệm, De Forest đã lắp đặt một bóng đèn khí ga với ba điện cực, được thiết kế để khuếch đại các tín hiệu không dây truyền tới. Ông gọi nó là đèn ba cực (audion). Là thiết bị truyền dẫn lời nói, đèn ba cực đủ mạnh để truyền đi các tín hiệu dễ hiểu. Năm 1910, De Forest đã sử dụng thiết bị được trang bị đèn ba cực để tạo ra bản tin phát sóng giữa tàu và bờ đầu tiên. Song De Forest còn nhiều kế hoạch tham vọng hơn nữa cho thiết bị của mình. Ông hình dung ra một thế giới nơi công nghệ vô tuyến không chỉ phục

vụ cho quân đội và truyền thông kinh doanh, mà cho cả sự hưởng thụ đại chúng – đặc biệt là mang opera, đam mê lớn của đời ông, đến với tất cả mọi người. “Tôi chờ đợi ngày opera xuất hiện ở mọi nhà.” Ông chia sẻ với tờ Thời báo New York, và bổ sung một điều kém lãng mạn hơn: “Sẽ đến ngày ngay cả quảng cáo cũng được truyền đi bằng radio.”

Ngày 12 tháng 1 năm 1910, trong buổi biểu diễn vở Tosca ở Nhà hát Metropolitan New York, Forest đã nối một micrô điện thoại vào máy truyền phát trên mái nhà để tạo nên buổi phát sóng phát thanh công cộng trực tiếp đầu tiên. Có lẽ là một trong những nhà phát minh hiện đại mơ mộng nhất, Forest sau này đã mô tả lại buổi phát sóng: “Lớp sóng trên thinh không băng qua những tòa nhà cao nhất, những người đứng giữa không hề hay biết các thanh âm lặng lẽ đang lướt qua họ… Và khi nó cất tiếng với anh, những chuỗi giai điệu thế tục được mến chuộng, nỗi kinh ngạc trong anh sẽ dâng trào.”

Chúa ơi, buổi phát thanh đầu tiên này không tạo ra nhiều điều kỳ diệu hơn lời nhạo báng. De Forest mời hàng đoàn phóng viên và yếu nhân lắng nghe buổi phát thanh trên các máy thu radio đặt rải rác khắp thành phố. Tín hiệu rất tệ nên thính giả chỉ nghe thấy những tiếng vo ve vô nghĩa như tiếng “ong bắp cày xanh” thay vì “chuỗi giai điệu thế tục được mến chuộng”. Tờ Times gọi đây là một thảm họa. Forest thậm chí còn bị Chưởng lý Hoa Kỳ kiện vì tội lừa đảo, với cáo buộc đã thổi phồng giá trị của đèn ba cực trong công nghệ radio. Để lấy tiền chi trả cho vụ kiện tụng, Forest đã bán bằng sáng chế Audion cho AT&T với giá rẻ mạt.

Khi các nhà nghiên cứu ở Phòng thí nghiệm Bell bắt đầu xem xét đèn ba cực, họ khám phá ra một thứ bất thường: hóa ra ngay từ đầu, Lee De Forest đã hoàn toàn nhầm lẫn về phát minh của mình. Ánh lửa ga bùng lên không liên quan gì tới bức xạ điện từ mà vì các sóng âm từ tiếng ồn của máy phát khe điện cực. Khí ga không hề dò và khuếch đại tín hiệu radio; thực tế, nó còn khiến thiết bị hoạt động kém đi.

Song theo một cách nào đó, khuất sau tất cả sai lầm của Forest là một ý tưởng tuyệt vời đang chờ khai mở. Trong thập niên tiếp theo, các kỹ sư tại Phòng thí nghiệm Bell đã điều chỉnh thiết kế ba điện cực cơ bản của ông, loại bỏ khí ga khỏi bóng đèn, để nó phong kín chân không một cách hoàn hảo, biến nó thành một thiết bị phát kiêm nhận tín hiệu. Họ đã cho ra đời ống chân không,

bước đột phá lớn đầu tiên trong cuộc cách mạng điện tử, giúp gia tăng tín hiệu điện của mọi thiết bị công nghệ. Tivi, ra-đa, máy ghi âm, bộ khuếch đại đàn guitar, tia X, lò vi ba, “công nghệ điện đàm mật” của SIGSALY, các máy tính kỹ thuật số đầu tiên – tất cả rồi sẽ dựa vào ống chân không. Nhưng công nghệ chính thống đầu tiên mang ống chân không vào từng ngôi nhà lại chính là radio. Theo một cách nào đó, giấc mơ của Forest đã thành hiện thực: một đế chế của không khí, truyền phát các giai điệu được mến chuộng tới mọi phòng khách. Tuy vậy, lại một lần nữa, tầm nhìn của De Forest lại bị các sự kiện thực tế ngăn trở. Các giai điệu bắt đầu được phát qua thiết bị thần kỳ này được công chúng mến mộ, trừ bản thân Forest.

RADIO KHỞI ĐẦU SINH MỆNH CỦA MÌNH như một thiết bị hai chiều, một thực hành còn tiếp diễn tới ngày nay như vô tuyến nghiệp dư: các cá nhân cùng sở thích sẽ chuyện trò với nhau qua sóng radio, thi thoảng lại nghe trộm các cuộc nói chuyện khác. Nhưng tới đầu thập niên 1920, mô hình phát thanh sau này thống trị thế giới công nghệ đã xuất hiện. Các trạm phát chuyên nghiệp bắt đầu mang tới các gói tin tức và giải trí cho khách hàng, những thính giả nghe đài qua các thiết bị thu sóng ở nhà. Ngay lập tức, bất ngờ xảy đến: sự hiện diện của một phương tiện âm thanh đại chúng đã giải phóng một loại âm nhạc mới trên toàn nước Mỹ, loại nhạc mà trước đó gần như chỉ thuộc về New Orleans, các thành phố ven sông miền nam và các khu của người Mỹ gốc Phi ở New York và Chicago. Gần như sau một đêm, radio đã khiến nhạc jazz trở thành hiện tượng toàn quốc. Các nhạc sĩ như Duke Ellington và Louis Armstrong trở thành những cái tên thân quen; ban nhạc của Ellington trình diễn những buổi phát thanh toàn quốc hàng tuần tại Câu lạc bộ Cotton ở Harlem từ cuối thập niên 1920. Không lâu sau, Armstrong trở thành người Mỹ gốc Phi đầu tiên dẫn chương trình radio quốc gia của riêng mình.

Tất cả các sự kiện này khiến Lee De Forest bàng hoàng, ông gửi một lá thư buộc tội đậm phong cách baroque hoa mỹ đến Hiệp hội Đài phát thanh Quốc gia (National Association of Broadcasters): “Các ông đã làm gì với con tôi, hỡi đài phát thanh? Các ông làm nhơ bẩn con tôi khi quấn nó bằng mớ giẻ rách của nhạc ragtime, mớ tả tơi của điệu jive và boogie-woogie.” Thật ra công nghệ mà De Forest góp công tạo dựng về bản chất phù hợp với nhạc jazz hơn nhạc cổ điển. Trong khi nhạc jazz nghe vẫn thật sống động dù được truyền qua những âm thanh bé nhỏ và bị nén của cái loa radio AM đời đầu,

thì phần lớn dải âm thanh rộng của các bản giao hưởng lại bị mất đi trong quá trình chuyển dịch. Qua sóng radio, tiếng kèn trumpet của Armstrong nghe hay hơn giai điệu tinh tế của Schubert rất nhiều.

Thực tế, cú va chạm giữa jazz và radio đã tạo nên đợt đầu tiên của làn sóng văn hóa sắp quét qua thế kỷ 20. Một âm điệu ra đời ở một vùng đất bé nhỏ nào đó – trong trường hợp của jazz, đó là New Orleans – bỗng chốc tìm đường lên phương tiện truyền thông đại chúng radio, khiến người có tuổi cảm thấy bị xúc phạm, còn đám thanh niên tưng bừng, phấn khởi. Con đường mà jazz mở lối về sau sẽ tiếp tục được lấp đầy bằng rock-n-roll từ Memphis, pop Anh từ Liverpool, rap và hip-hop từ các bang trung nam và Brooklyn. Có điều gì đó ở radio và âm nhạc đã khích lệ xu hướng này theo cách mà tivi và phim ảnh không thể: gần như ngay sau khi một phương tiện quốc dân chia sẻ âm nhạc xuất hiện, các tiểu vùng văn hóa âm thanh bắt đầu đua nở.

Trước khi có radio vốn đã có các nghệ sĩ “ngầm” (underground) – các thi sĩ và họa sĩ nghèo – nhưng radio giúp tạo ra một mẫu thức sẽ phổ biến về sau: nghệ sĩ ngầm vụt thành thần tượng chỉ sau một đêm.



Nhà phát minh người Mỹ Lee De Forest, ảnh cuối những năm 1920

Tất nhiên, trường hợp của jazz có thêm một yếu tố quan trọng. Phần lớn những ngôi sao vụt sáng sau một đêm đều là người Mỹ gốc Phi: Ellington, Armstrong, Ella Fitzgerald, Billie Holliday. Riêng điều này đã là một đột phá lớn lao: lần đầu tiên trong lịch sử, người Mỹ da trắng chào đón văn hóa Mỹ gốc Phi trong phòng khách, dẫu chỉ qua những chiếc loa của đài radio AM. Các ngôi sao nhạc jazz là những người Mỹ gốc Phi đầu tiên trở nên nổi tiếng, giàu có và được ái mộ vì kỹ năng giải trí chứ không phải nhà vận động. Dĩ nhiên, một số nhạc sĩ cũng trở thành những nhà hoạt động mạnh mẽ, thông qua các ca khúc như “Strange Fruit” của Billie Holliday, kể câu chuyện cay đắng về việc hành hình người da đen không qua xét xử ở miền nam. Các tín hiệu radio sở hữu thứ tự do được chứng tỏ là có tính giải phóng ở thế giới thực. Các đợt sóng radio ấy lờ đi phân hóa xã hội đương thời: giữa thế giới da trắng và da màu và giữa các tầng lớp kinh tế. Các tín hiệu radio bị mù màu. Cũng như Internet, chúng không tập trung phá vỡ các rào cản mà chủ yếu tạo dựng một thế giới tách biệt với các rào cản đó.

Sự ra đời của phong trào dân quyền có liên hệ chặt chẽ với làn sóng nhạc jazz lan tỏa khắp nước Mỹ. Với nhiều người Mỹ, đây là nền tảng văn hóa chung đầu tiên giữa người da trắng và da màu, chủ yếu do người Mỹ gốc Phi xây dựng. Bản thân nó là một đòn giáng vào nạn phân biệt chủng tộc. Martin Lurther King đã nêu rõ mối liên kết này trong bài phát biểu tại Đại hội Jazz Berlin năm 1964:

Không nghi ngờ gì nữa, các nhạc sĩ jazz đã đấu tranh cho bản sắc của người Mỹ gốc Phi. Từ lâu trước khi các nhà bình luận và học giả nhắc tới "bản sắc chủng tộc" như một vấn đề của thế giới đa sắc tộc, các nhạc sĩ đã tìm về nguồn cội để khẳng định đó là điều khiến tâm hồn họ lay động. Sức mạnh của Phong trào Tự do ở Mỹ xuất phát từ loại nhạc này. Những giai điệu ngọt ngào tiếp sức cho ta khi lòng can đảm bắt đầu chùn bước. Những bản phối phong phú xoa dịu ta khi tinh thần rã rời. Và hôm nay, jazz đã được xuất khẩu ra thế giới…



Duke Ellington biểu diễn trên sân khấu, khoảng năm 1935

NHƯ NHIỀU CHÍNH TRỊ GIA của thế kỷ 20, King còn mang nợ ống chân không vì một lý do nữa. Ít lâu sau khi Forest và Phòng thí nghiệm Bell bắt đầu dùng ống chân không để hỗ trợ phát sóng radio, công nghệ này được ứng dụng để khuếch đại giọng nói con người một cách trực tiếp hơn: lần đầu tiên trong lịch sử, bộ tăng âm gắn trên micrô cho phép mọi người diễn thuyết hoặc ca hát trước một đám đông khổng lồ. Rốt cuộc, tăng âm đèn chân không đã giải phóng con người khỏi kỹ thuật âm thanh phổ biến từ thời Đá mới. Chúng ta không còn phụ thuộc vào độ vang vọng của hang động, nhà thờ, nhà hát opera để khuếch đại giọng nói. Giờ đây, điện có thể làm công việc của tiếng vọng, song mạnh mẽ hơn gấp nghìn lần.

Loa phóng thanh tạo nên một sự kiện chính trị kiểu mới: đám đông quần chúng được định hướng xung quanh diễn giả. Đám đông đã đóng vai trò chủ đạo trong các biến động chính trị từ một thế kỷ rưỡi trước đó. Nếu chọn biểu tượng cho các cuộc cách mạng trước thế kỷ 20, đó hẳn sẽ là hình ảnh một đoàn người chiếm đường phố năm 1789 hoặc 1848. Nhưng loa phóng thanh đã tập trung những đoàn người đông đúc đó và cho họ một tiêu điểm: giọng nói của người lãnh đạo, vang dội khắp các quảng trường, sân vận động hay

công viên. Trước khi có tăng âm đèn, do hạn chế của dây thanh quản, chúng ta khó có thể nói chuyện trước đám đông hơn 1.000 người. (Kỹ thuật thanh nhạc opera phức tạp được thiết kế theo nhiều cách để đưa giọng ca sĩ lên giới hạn sinh học cao nhất.) Nhưng một micrô gắn vào dàn loa sẽ mở rộng tầm nghe bằng cách khuếch âm lên vài nấc. Không ai nhận ra và khai thác nó nhanh hơn Adolf Hitler, kẻ cầm đầu các cuộc diễu hành Nuremberg với hơn 100.000 người tham dự, tất cả đều dán tai vào giọng nói được khuếch đại của viên Quốc trưởng. Nếu micrô và tăng âm bị loại khỏi danh sách tiến bộ kỹ thuật thế kỷ 20, bạn sẽ đồng thời loại bỏ một trong các hình thái tổ chức chính trị đặc trưng của thế kỷ này, từ diễu hành Nuremberg cho tới bài phát biểu “I Have a Dream” (Tôi có một giấc mơ) của Luther King.

Tăng âm đèn cũng hỗ trợ nhạc công giống như với các cuộc mít tinh, tụ tập: nhờ có nó, Beatles mới có thể trình diễn tại các Đại nhạc hội Shea Stadium, Woodstock, Live Aid. Nhưng các đặc tính của công nghệ ống chân không còn ảnh hưởng tinh tế hơn đến âm nhạc thế kỷ 20 – khiến nó không chỉ to hơn mà còn huyên náo hơn.

Chúng ta – những người sống trong thế giới hậu công nghiệp từ trong trứng nước – khó lòng hiểu được âm thanh của công nghiệp hóa đã gây sốc cho đôi tai của tiền nhân một hay hai thế kỷ trước ra sao. Một bản giao hưởng chói tai kiểu mới bỗng xộc vào đời sống, nhất là ở thành phố lớn: tiếng va chạm của kim loại, tiếng ồn màu trắng phả ra từ động cơ hơi nước. Theo nhiều cách, tiếng ồn cũng gây sốc như mùi vị và sự đông đúc của các thành phố lớn. Đến những năm 1920, khi âm thanh của loa phóng thanh bắt đầu gào thét cùng âm thanh đô thị hỗn loạn sẵn có, các tổ chức như Hội giảm thiểu tiếng ồn Manhattan bắt đầu vận động vì một đô thị yên ắng hơn. Đồng cảm với sứ mệnh xã hội này, kỹ sư Harvey Fletcher ở Phòng thí nghiệm Bell đã chế ra một xe tải chứa đầy thiết bị âm thanh tối tân rồi cùng đồng nghiệp chầm chậm lái xe qua những điểm nóng ồn ào của thành phố New York để đo mức độ của tiếng ồn. (Đơn vị đo âm lượng, đềxiben, ra đời từ nghiên cứu của Fletcher.) Fletcher và cộng sự nhận thấy một số tiếng ồn đô thị – tiếng tán đinh và khoan đất ở công trường, tiếng gầm của tàu điện ngầm – đã đạt tới ngưỡng đềxiben gây tổn thương thính giác. Ở đường Cortlandt, còn có tên “Dãy Radio”, tiếng ồn từ các loa phóng thanh lớn đến mức át cả âm thanh của tàu trên cao.

Trong khi các nhóm vận động giảm thiểu tiếng ồn đang đấu tranh với sự ồn ào hiện đại bằng các quy định và chiến dịch công khai, một phản ứng khác xuất hiện. Thay vì cự tuyệt, đôi tai chúng ta bắt đầu tìm ra những vẻ đẹp của âm thanh. Từ đầu thế kỷ 19, các trải nghiệm đều đặn mỗi ngày đã trở thành bài tập về khám phá tính thẩm mỹ của tiếng ồn. Nhưng cuối cùng, ống chân không lại đưa tiếng ồn đến với đại chúng.

Kể từ thập niên 1950, các tay chơi guitar có tăng âm đèn nhận ra họ có thể sáng tạo một kiểu âm thanh mới khi đẩy bộ tăng âm lên quá giới hạn, làm xuất hiện một lớp tiếng ồn giòn tan trên những nốt nhạc phát ra do búng dây đàn. Dưới khía cạnh kỹ thuật, đó là do âm thanh của bộ tăng âm hỏng, làm méo âm thanh mà nó có nhiệm vụ tái tạo. Đa số người nghe sẽ có cảm giác như tiếng vỡ song một nhóm nhạc sĩ nhỏ lại cảm thấy có gì đó hấp dẫn trong các âm thanh này. Dù một số bản thu rock-and-roll đời đầu vào thập niên 1950 chứa tiếng guitar bị làm méo tương đối, môn nghệ thuật ồn ào này phải chờ đến thập niên 1960 mới thật sự bùng nổ. Tháng 7 năm 1960, tay guitar bass Grady Martins trong khi thâu đoạn đệm cho bài “Don’t worry” của Marty Robbins thì bộ tăng âm bị trục trặc, tạo ra một âm thanh méo mó nặng nề, ngày nay chúng ta gọi là “fuzztone”. Ban đầu Robbins muốn cắt đoạn nhạc này ra khỏi bài hát nhưng nhà sản xuất thuyết phục anh giữ lại. “Không ai đoán ra đó là tiếng gì vì nó nghe như tiếng saxophone.” Vài năm sau, Robbins kể lại. “Nó tựa như tiếng động cơ máy bay cất cánh. Nó chứa rất nhiều âm thanh.” Lấy cảm hứng từ tiếng ồn kỳ lạ và bất khả thay thế của Martin, ban nhạc The Ventures đã đề nghị một người bạn cùng chỉnh sửa một thiết bị để có thể tùy chỉnh hiệu ứng fuzz. Chỉ sau một năm, hộp làm méo được bán rộng rãi trên thị trường. Sau ba năm, Keith Richards đã lấp đầy đoạn mở đầu của ca khúc “Satisfaction” với kỹ thuật làm méo và âm thanh cộp mác thập niên 1960 ra đời.

Quá trình tương tự cũng xảy ra với một âm thanh mới – ban đầu không dễ chịu – xuất hiện khi loa phóng thanh và micrô được đặt gần nhau gây ra những tiếng hú vặn xoắn, tiếng rít. Tiếng méo ít nhất có chút đồng điệu với tiếng ồn công nghiệp xuất hiện lần đầu ở thế kỷ 18. (Vì thế tiếng bass của Grady Martin mới được so sánh với tiếng động cơ máy bay.) Còn tiếng hú lại là sinh vật lạ; nó chưa từng tồn tại dưới bất cứ hình thức nào cho đến khi micrô và loa được phát minh cách đây một thế kỷ. Các kỹ sư âm thanh xoay đủ cách để loại tiếng hú khỏi các buổi ghi âm hay hòa nhạc, đặt micrô sao

cho nó không bắt tín hiệu từ loa và gây ra tiếng rít lặp đi lặp lại. Song một lần nữa, cái sai hỏng của một người lại đem âm nhạc tới cho người khác, khi các nghệ sĩ như Jimi Hendrix hay Led Zeppelin (về sau là các tay thể nghiệm nhạc punk như Sonic Youth) đem tiếng hú này vào các bản ghi âm và buổi trình diễn của họ. Thực tế, cuối thập niên 1960, Hendrix không chỉ chơi guitar trong các bản thu đầy tiếng hú mà còn sáng tạo ra một loại âm thanh mới dựa trên độ rung của dây guitar, micrô và loa, xây dựng mối tương tác phức tạp và khó lường giữa ba công nghệ này.

Đôi khi sáng tạo văn hóa bắt nguồn từ việc sử dụng công nghệ mới theo cách không ai ngờ. Cả Forest và Phòng thí nghiệm Bell chắc chắn không hề có ý định tạo ra các đám đông khi phác những nét đầu tiên của ống chân không, song cuối cùng hóa ra việc tập hợp một đám đông lại thật dễ dàng khi bạn có trong tay loa phóng thanh để chia sẻ giọng nói với nhiều người. Tuy vậy, đôi khi sự sáng tạo lại đến từ một cách tiếp cận hiếm gặp hơn: khai thác có chủ ý những trục trặc, biến tiếng ồn và lỗi sai thành các tín hiệu có ích. Mỗi công nghệ thật sự mới lại có một phương cách phá bỏ thật sự mới – và đôi khi, các trục trặc ấy mở ra cánh cửa kề cận khả thi mới. Ở trường hợp của ống chân không, nó luyện cho đôi tai chúng ta thưởng thức được các âm thanh chắc hẳn sẽ khiến Forest rụt lại vì kinh hãi. Đôi khi cách một công nghệ mới phá hoại cũng thú vị không kém cách nó vận hành.

TỪ NHỮNG NGƯỜI NEANDERTHAL hòa ca trong các hang động Burgundy, đến Éduoard-Leon Scott rì rầm vào chiếc máy ký âm của mình, rồi Duke Ellington phát thanh từ Câu lạc bộ Cotton, câu chuyện công nghệ âm thanh luôn nhằm tăng âm vực cùng cường độ giọng nói và đôi tai của chúng ta. Nhưng chi tiết bất ngờ nhất chỉ xuất hiện một thế kỷ trước, khi con người lần đầu nhận ra âm thanh còn có thể được khai thác với một mục đích hoàn toàn khác: giúp chúng ta nhìn thấu.



Sơ đồ phân loại âm thanh trong cuốn City Noise (Tiếng ồn đô thị). Theo đó, nguồn âm thanh gây ô nhiễm gồm: Giao thông, Vận tải, Sửa chữa nhà cửa, Hộ gia đình, Đường phố, Bến cảng, Dịch vụ, Âm thanh hỗn tạp khác

Từ xa xưa, người ta đã dùng ánh sáng để báo hiệu cho thủy thủ về các bờ biển nguy hiểm. Ngọn hải đăng Alexandria được xây dựng trước khi Chúa

Jesus ra đời vài thế kỷ là một trong số bảy kỳ quan của thế giới cổ đại. Nhưng hải đăng hoạt động kém nhất chính ở thời điểm người ta cần nó nhất: trong thời tiết mưa bão, khi ánh sáng chúng truyền đi bị sương mù và mưa làm mờ mịt. Nhiều hải đăng dùng chuông cảnh báo như một tín hiệu bổ sung nhưng ngay cả tiếng chuông cũng dễ dàng bị tiếng sóng gầm gào lấn át. Còn sóng âm lại có một tính chất vật lý thú vị: nó di chuyển trong nước nhanh gấp bốn lần trong không khí và hầu như không bị nhiễu bởi sự hỗn loạn sóng âm ở trên mực nước biển.

Năm 1901, công ty Submarine Signal Company (SSC) có trụ sở ở Boston bắt tay thiết kế một hệ thống liên lạc khai thác tính chất của sóng âm trong nước: chuông dưới nước sẽ kêu vang từng quãng đều đặn và các micrô được thiết kế đặc biệt để thu tín hiệu dưới nước, được gọi là “hydrophone” (đầu thu sóng địa chấn trong nước). SSC lắp hơn 100 trạm ở các cảng hoặc kênh đặc biệt nguy hiểm trên thế giới, tại đó, chuông dưới nước sẽ cảnh báo những con tàu lắp hydrophone rằng chúng đang lái quá gần rặng đá và bãi cạn. Song, hệ thống tài tình này vẫn có giới hạn. Trước hết, nó chỉ vận hành ở nơi có lắp chuông cảnh báo của SSC. Ngoài ra, nó không nhận biết được những nguy cơ khó lường như tàu lạ hoặc băng trôi.

Hiểm họa băng trôi với ngành hàng hải trở nên rõ mười mươi vào tháng 4 năm 1912, khi tàu Titanic chìm xuống Bắc Đại Tây Dương. Chỉ vài ngày trước vụ đắm tàu, một nhà phát minh người Canada tên là Reginald Fessenden đã tình cờ gặp một kỹ sư của SSC tại sân ga và sau một cuộc trao đổi ngắn, cả hai quyết định Fessenden nên tới văn phòng của SSC để xem qua công nghệ tín hiệu dưới nước tiên tiến nhất. Fessenden vốn đi tiên phong trong công nghệ radio vô tuyến: người truyền tiếng nói phát thanh đầu tiên và truyền mã Morse hai chiều xuyên Đại Tây Dương qua radio đầu tiên. Nhờ kiến thức chuyên môn, ông được SSC mời giúp đỡ thiết kế hệ thống hydrophone để lọc hiệu quả hơn tiếng ồn nền của âm thanh dưới nước. Khi tin tức về vụ đắm tàu Titanic lan ra chỉ bốn ngày sau chuyến thăm trụ sở SSC, Fessenden cũng bàng hoàng như mọi người. Song khác với đám đông, ông manh nha ý tưởng ngăn chặn các thảm họa tương tự trong tương lai.

Đề nghị đầu tiên của Fessenden là thay thế chuông bằng một đường dây liên tục chạy bằng điện, có thể dùng để truyền cả mã Morse, một ý tưởng đến từ kinh nghiệm làm việc với điện tín vô tuyến. Nhưng khi xem xét các khả năng,

ông nhận thấy hệ thống này còn có tiềm năng hơn nhiều. Thay vì chỉ thu nhận âm thanh phát ra ở những điểm cảnh báo được thiết kế đặc biệt, thiết bị trên tàu của Fessenden có thể tự phát ra âm thanh rồi thu lại tiếng vang do sự va đập giữa các âm thanh này với vật thể dưới nước, như cách cá heo định vị bằng tiếng vọng trên biển. Dựa trên cùng nguyên tắc từng khiến các ca sĩ nguyên thủy tìm đến các khu vực hang động có độ vang dội khác thường ở Arcy-sur-Cure, ông đã điều chỉnh thiết bị để nó chỉ cộng hưởng với một phổ tần số nhỏ, khoảng 540 hz, giúp loại bỏ tất cả tiếng ồn nền của môi trường nước. Sau vài tháng gọi thiết bị của mình với cái tên hơi phiền toái: "máy rung", cuối cùng, ông đổi tên thành "máy dao động Fessenden". Đây là hệ thống cho phép vừa gửi vừa nhận điện báo dưới nước, và là thiết bị sonar (định vị bằng sóng âm) đầu tiên trên thế giới.

Lại một lần nữa, tính thời điểm của lịch sử củng cố thêm sự cần thiết của cỗ máy này. Chỉ mấy năm sau khi ông hoàn tất mẫu thử đầu tiên, Thế chiến thứ nhất bùng nổ. Tàu ngầm U-boat của Đức tung hoành khắp Bắc Đại Tây Dương, gây ra mối đe dọa hàng hải lớn hơn cả tảng băng va vào tàu Titanic. Hiểm họa đó đặc biệt nghiêm trọng với Fessenden, một người Canada có tình yêu nhiệt thành với Đế chế Anh. (Ông dường như cũng có tư tưởng phân biệt chủng tộc: về sau trong hồi ký, ông có đề xuất một lý thuyết lý giải vì sao "đàn ông tóc vàng gốc Anh" là trung tâm của quá trình sáng tạo thời hiện đại.) Song phải hai năm nữa Mỹ mới tham chiến và ban lãnh đạo SSC chia sẻ bổn phận công dân với Liên hiệp Anh như Fessenden. Đối mặt với rủi ro tài chính khi phát triển đồng thời hai công nghệ có tính cách mạng, công ty đã quyết định lắp đặt và tung ra thị trường máy dao động như một thiết bị điện báo không dây.

Rốt cuộc, Fessenden phải bỏ tiền túi để tới Portsmouth, Anh, thuyết phục Hải quân Hoàng gia đầu tư vào máy dao động nhưng họ hãy còn hồ nghi về phát minh kỳ diệu này. "Tôi cầu xin họ mở hộp và xem chiếc máy hình thù ra sao." Những lời van nài của ông bị lờ đi. Sonar đã không trở thành một cấu kiện tiêu chuẩn trong hải chiến cho tới tận Thế chiến thứ hai. Tính đến khi đình chiến vào năm 1918, có đến một vạn sinh mạng đã mất đi vì tàu ngầm U-boat. Người Anh và sau cùng là người Mỹ đã thử nghiệm vô số phương cách, cả tấn công lẫn phòng ngự để đối phó với nanh vuốt quái vật biển. Trớ trêu thay, vũ khí phòng ngự giá trị nhất lại đơn giản là 540 hz sóng âm, dội lại vỏ tàu của kẻ tấn công.

Vào nửa sau thế kỷ 20, các nguyên lý định vị bằng tiếng vọng phát triển nhiều ứng dụng hơn là phát hiện băng và tàu ngầm. Tàu cá và cả những tay câu nghiệp dư sử dụng các biến thể của máy dao động Fessenden để phát hiện luồng cá. Các nhà khoa học dùng sóng âm để giải mã những bí ẩn vĩ đại cuối cùng nằm sâu thẳm dưới đáy đại dương, hé lộ các cảnh quan khuất lấp, nguồn tài nguyên thiên nhiên và cả đứt gãy địa chất. Bảy mươi ba năm sau vụ đắm tàu Titanic từng truyền cảm hứng cho thiết bị phát hiện tàu ngầm đầu tiên của Fessenden, một nhóm nhà nghiên cứu người Pháp và Mỹ đã dùng sóng âm để tìm ra con tàu xấu số nơi đáy Đại Tây Dương sâu hơn 3.000 m.

Nhưng phát minh của Fessenden lại gây ra chuyển biến sâu sắc nhất trên đất liền, nơi các thiết bị siêu âm dùng âm thanh soi tử cung sản phụ đã cách mạng hóa việc chăm sóc tiền sản, giúp các em bé và bà mẹ ngày nay thoát khỏi các biến chứng mà chỉ một thế kỷ trước có thể dẫn đến tử vong. Fessenden đã hy vọng ý tưởng "nhìn" bằng âm thanh sẽ cứu được các sinh linh. Dù ông không thể thuyết phục chính quyền dùng máy dao động để phát hiện tàu U-boat, công nghệ này sau cùng đã cứu nhiều triệu sinh mạng, cả trên mặt biển lẫn một nơi ông không bao giờ ngờ tới: bệnh viện.



Reginald Fessenden thử nghiệm phát minh của mình năm 1906

Dĩ nhiên, ứng dụng phổ biến nhất của siêu âm bao gồm cả xác định giới tính thai nhi từ đầu thai kỳ. Chúng ta đã quen với việc phân loại theo hai hướng: 0 hoặc 1, mạch kín hoặc mạch hở. Nhưng trên đời, chỉ có ít lựa chọn nhị phân khiến người ta đau đầu như giới tính thai nhi. Bạn sẽ có con trai hay con gái? Bao nhiêu sự kiện đổi đời sẽ nảy ra từ mẩu thông tin đơn giản đó? Như bao người, tôi và vợ biết giới tính con mình nhờ siêu âm. Ngày nay, con người có các phương pháp chính xác hơn để xác định giới tính bào thai nhưng chúng ta tìm đường đến với hiểu biết này đầu tiên là nhờ sóng âm dội lại từ cơ thể đang lớn lên của đứa trẻ. Hệt như cách người Neanderthal định vị hang động ở Arcy-sur-Cure, tiếng vang vọng đã dẫn đường.

Nhưng sáng kiến này cũng nảy sinh mặt trái. Việc siêu âm ở những xã hội trọng nam như Trung Quốc dẫn tới sự gia tăng các ca nạo phá thai để lựa chọn giới tính. Đầu thập niên 1980, máy siêu âm được cung ứng ồ ạt trên khắp Trung Quốc; dù ít lâu sau, chính phủ chính thức cấm sử dụng siêu âm

để xác định giới tính thai nhi, công nghệ “chui” này vẫn rất phổ biến. Tới cuối thập kỷ này, tỷ lệ giới tính sơ sinh ở các bệnh viện khắp Trung Quốc là gần 110 bé trai trên 100 bé gái; ở một vài tỉnh là 118:100. Đây có lẽ là một trong các hiệu ứng chim ruồi kinh hoàng và đau đớn nhất trong mọi công nghệ của thế kỷ 20: ai đó chế tạo ra một cỗ máy để lắng nghe sóng âm va chạm vào các tảng băng trôi và chỉ vài thế hệ sau, hàng triệu bào thai giới tính nữ bị bóp chết cũng vì chính công nghệ đó.

Tỷ lệ sinh lệch lạc của Trung Quốc hiện đại ẩn chứa nhiều bài học quan trọng, chưa bàn đến vấn nạn nạo thai, nhất là nạo thai do giới tính. Đầu tiên, nó nhắc ta rằng không tiến bộ công nghệ nào thuần túy tốt đẹp: với mỗi con tàu được cứu khỏi băng trôi, lại có vô số thai kỳ chấm dứt vì thiếu đi nhiễm sắc thể Y. Cuộc hành quân của công nghệ có logic nội tại của nó nhưng việc ứng dụng công nghệ hợp đạo đức lại phụ thuộc vào chúng ta. Chúng ta tùy biến dùng siêu âm để cứu người hay kết liễu chúng. (Thách thức hơn nữa, chúng ta có thể dùng siêu âm để xóa nhòa ranh giới của sự sống, dò nhịp tim của bào thai vài tuần tuổi.) Thông thường, sự kề cận của tiến trình công nghệ và khoa học sẽ gọi ra phát minh kế tiếp. Dẫu thông tuệ đến đâu, bạn cũng không thể phát minh ra siêu âm trước khám phá sóng âm. Nhưng chúng ta dự định làm gì với phát minh này? Câu hỏi này còn phức tạp hơn và cần một bộ kiến thức khác để trả lời.

Nhưng trong câu chuyện của sóng âm và siêu âm vẫn còn một bài học khác, nhiều hy vọng hơn, đó là trí tuệ của chúng ta đã nhanh chóng vượt qua ranh giới của ảnh hưởng truyền thống ra sao. Hàng chục nghìn năm trước, tổ tiên chúng ta lần đầu tiên chú ý tới sức mạnh của tiếng vọng và âm dội trong việc thay đổi tính chất âm thanh của giọng nói con người. Suốt nhiều thế kỷ, chúng ta đã tận dụng các tính chất đó để tăng âm vực và tiếp thêm sức mạnh cho thanh quản, từ các nhà thờ cho đến Bức tường Âm thanh. Nhưng thật khó hình dung, 200 năm trước có ai đó nghiên cứu bộ môn vật lý âm thanh và dự đoán được các âm vọng ấy sẽ được dùng để dò vật thể dưới nước hay xác định giới tính của đứa trẻ sắp chào đời. Thứ bắt đầu với âm thanh lay động và gây cảm hứng lớn nhất cho tai người – giọng nói của chúng ta khi ca hát, cười đùa, tâm tình hay tán gẫu – đã bị biến thành công cụ của cả chiến tranh và hòa bình, cả sự sống và cái chết. Giống như những tiếng rền rĩ bị bộ tăng âm đèn bóp méo, không phải lúc nào nó cũng là âm thanh vui vẻ. Song hết lần này đến lần khác, hóa ra nó đều có sự cộng hưởng không ngờ.

Chương 4Làm sạch

Tháng 12 năm 1856, Ellis Chesbrough, một kỹ sư trung tuổi sống tại Chicago đã vượt Đại Tây Dương, lên đường tìm hiểu danh thắng châu Âu. Ông đã ghé thăm London, Paris, Hamburg, Amsterdam và sáu thành phố khác – một chuyến đại du hý kinh điển. Có điều Chesbrough không thực hiện chuyến đi này để tìm hiểu kiến trúc của Bảo tàng Louvre hay Tháp đồng hồ Big Ben. Ông đến để nghiên cứu những thành tựu ẩn mình của ngành kỹ thuật châu Âu: hệ thống cống ngầm.

Khoảng giữa thế kỷ 19, Chicago là một thành phố rất cần chuyên môn về xử lý rác thải. Sự lớn mạnh trong vai trò trung tâm trung chuyển lúa mì và thịt hộp từ Đại Bình nguyên tới các thành phố ven biển đã biến nơi đây từ một ngôi làng nhỏ bé trở thành trung tâm kinh tế chỉ sau vài thập niên. Song không giống các thành phố cũng tăng trưởng ngoạn mục trong cùng giai đoạn như New York hay London, Chicago có một điểm tê liệt: dấu tích dòng chảy của dòng sông băng từ hàng ngàn năm trước khi con người đến định cư, khiến nơi này bằng phẳng quá mức. Trong suốt thế Canh Tân, các tảng băng lớn trượt từ Greenland xuống, che phủ toàn bộ vùng đất Chicago ngày nay bằng những dòng sông băng dày hàng dặm. Băng tan chảy, hình thành một vùng nước mà các nhà địa chất gọi là Hồ Chicago. Khi dần thu nhỏ thành Hồ Michigan ngày nay, nó để lại một lớp bùn lắng. Hầu hết các thành phố lớn đều có địa hình dốc xuống dòng sông hay bến cảng mà chúng mọc lên quanh đó. Trái lại, Chicago bằng phẳng như được ủi – phù hợp cho một thành phố lớn của vùng đồng bằng nước Mỹ.

Xây dựng thành phố trên vùng bình địa tưởng chừng là thuận lợi. Bạn hẳn sẽ nghĩ, địa hình đồi núi như ở San Francisco, Cape Town hay Rio sẽ gây khó cho các tòa nhà và giao thông. Song trên thực tế, đất bằng mới khó tháo nước. Giữa thế kỷ 19, thoát nước bằng trọng lực là chìa khóa cho hệ thống cống đô thị. Địa hình Chicago chịu bất lợi vì không có đường thoát nước, nên chỉ một cơn mưa mùa hè nặng hạt đã có thể biến mặt đất thành đầm lầy u ám sau vài phút. Khi William Butler Ogden – người về sau trở thành thị trưởng đầu tiên của Chicago – lần đầu tiên đi xuyên thành phố đã thấy mình "bùn ngập quá gối". Ông viết thư cho em vợ, người đã đánh liều tậu mảnh đất ở vùng giáp ranh thị trấn: "Cậu sẽ thấy hối tiếc vì công toi trong vụ đầu tư

này.” Cuối những năm 1840, người ta dựng một con đường lát ván gỗ băng qua bùn; luôn luôn phải lưu ý rằng, thỉnh thoảng sẽ có tấm ván bị vỡ và “chất nhờn ma quái xanh đen [sẽ] phụt ra giữa khe nứt.” Hệ thống vệ sinh thuở ban đầu là những con lợn đói ăn, đi loanh quanh ăn rác thải của con người.

Nhờ mạng lưới đường sắt và giao nhận được mở rộng với tốc độ phi thường, tới thập niên 1850 diện tích Chicago đã tăng gấp ba lần. Tốc độ gia tăng này đặt ra nhiều thách thức về nguồn lực nhà ở và giao thông. Song thách thức lớn nhất bắt nguồn từ một vấn đề bẩn thỉu hơn: gần 100.000 cư dân mới đến thành phố thải ra rất nhiều phân. Một nhà bình luận địa phương phát biểu: “Cống rãnh ngập rác rưởi nơi lũ lợn cũng hếch mũi vì mùi ghê tởm tột cùng.” Chúng ta ít khi nghĩ về vấn đề này nhưng sự phát triển và sức sống của đô thị luôn phụ thuộc vào khả năng xử lý rác thải khi dân cư quần tụ đông đúc. Từ khi loài người sống định cư, việc tìm nơi chứa phân vẫn luôn cần thiết không kém gì việc dựng nhà, đặt quảng trường hay nơi họp chợ.

Vấn đề này đặc biệt cấp thiết với các khu vực có mức tăng trưởng phi mã, điều ngày nay chúng ta thấy ở khu ổ chuột của các siêu đô thị. Vào thế kỷ 19, dĩ nhiên Chicago phải xử lý chất thải của cả con người lẫn động vật, ngựa trên đường phố, gia súc chờ giết mổ trong bãi chăn thả. (“Dòng sông đỏ máu dưới chân cầu Rush Street và chảy qua các nhà máy của chúng ta.” Một nhà tư bản viết. “Dịch hạch biết đâu bắt đầu từ đó.”) Các loại chất thải này không chỉ bẩn thỉu mà còn gây chết chóc. Dịch tả và kiết lỵ xảy ra liên tục vào thập niên 1850. Trong thời kỳ dịch bùng phát vào mùa hè năm 1854, chỉ một ngày đã có 60 người chết. Chính quyền lúc đó chưa hiểu rõ mối liên hệ giữa chất thải và bệnh dịch. Nhiều người trong số họ tin vào thuyết “khí độc” thịnh hành thời đó, cho rằng dịch bệnh phát sinh từ một loại khí độc, thi thoảng được gọi là “sương độc” (death fogs), mà con người hít phải ở các thành phố chật chội. Phải một thập niên sau, hiểu biết về con đường lây bệnh thật sự – các vi khuẩn vô hình có trong phân làm ô nhiễm nguồn nước – mới trở thành kiến thức thường thức.

Nhưng dù ngành vi khuẩn học vẫn chưa mấy phát triển, chính quyền Chicago đã nhìn ra mối liên hệ chặt chẽ giữa việc làm sạch thành phố và chiến đấu với bệnh tật. Vào ngày 14 tháng 2 năm 1855, Ủy ban về Hệ thống cống ngầm Chicago (Chicago Board of Sewerage Commissioners) được lập ra để giải quyết vấn đề này. Động thái đầu tiên của họ là ra thông báo tìm kiếm “kỹ sư

có năng lực nhất hiện nay để bổ nhiệm vào vị trí kỹ sư trưởng”. Sau vài tháng, Ủy ban đã tìm được Ellis Chesbrough, con trai của một viên chức ngành đường sắt. Ông từng làm việc trong các dự án xây kênh đào, đường sắt và khi ấy đang giữ chức kỹ sư trưởng của Nhà máy nước Boston.

Đó là một lựa chọn sáng suốt: kinh nghiệm trong ngành đường sắt và kỹ thuật kênh mương của Chesbrough tỏ ra có tính quyết định để xử lý vấn đề đất đai bằng phẳng và không thoát nước của Chicago. Tạo độ dốc nhân tạo thông qua việc đặt các ống cống sâu trong lòng đất được cho là quá tốn kém: đào cống sâu dưới mặt đất là điều khó khăn với công cụ thế kỷ 19, chưa kể toàn bộ kế hoạch này sau cùng vẫn đòi hỏi việc hút chất thải trở lại mặt đất. Chính ở đây, kinh nghiệm riêng có của Chesbrough đã giúp ông tìm ra một giải pháp thay thế. Ông nhớ lại một công cụ từng gặp khi còn trẻ, thời làm việc trong ngành đường sắt: kích vít, một thiết bị giúp nâng các đầu máy nặng hàng tấn lên đường ray. Nếu không thể đào xuống tạo độ dốc để thoát nước, tại sao không sử dụng kích vít để nâng thành phố lên cao?

Với sự ủng hộ của George Pullman, người về sau phất lên nhờ đóng toa xe lửa, Chesbrough đã khởi động một dự án kỹ thuật tham vọng nhất của thế kỷ 19. Từng nhà, từng nhà, rồi cả Chicago được một đội trai tráng nâng lên bằng kích vít. Khi kích vít từ từ nâng tòa nhà lên, đám thợ sẽ đào hố và chèn gỗ phía dưới, trong lúc đó, thợ nề sẽ trộn để xây móng mới cho khối kết cấu. Đường ống cống được đặt dưới các tòa nhà với nhánh chính đổ xuống trung tâm đường phố và cuối cùng được chôn tại bãi rác được nạo ở sông Chicago. Toàn thành phố được nâng lên khoảng ba mét. Ngày nay, du khách đi qua khu trung tâm Chicago vẫn kinh ngạc trước năng lực kỹ thuật phi thường của thành phố qua các tòa cao ốc chọc trời song lại chẳng nhận ra rằng, mặt đất dưới chân mình cũng là một sản phẩm của kỹ thuật chói ngời. (Vài thập kỷ sau, George Pullman cho xây một nhà máy ở Pullman, bang Illinois, bước đầu tiên là lắp đặt ống cống và đường nước trước khi đổ móng cho mọi ngôi nhà.)

Đáng ngạc nhiên là nhịp sinh hoạt thường ngày của thành phố gần như không bị gián đoạn khi đội quân của Chesbrough nâng các ngôi nhà lên. Khi quan sát một khách sạn 750 tấn được nâng lên, một du khách Anh đã diễn tả trải nghiệm siêu thực của mình trong thư: “Mọi người [trong khách sạn] vẫn ra vào, ăn ngủ – việc kinh doanh của khách sạn không hề gián đoạn.” Khi dự án

tiến triển, Chesbrough và cộng sự còn táo bạo thử nâng các công trình khác. Năm 1860, các kỹ sư đã tiến hành nâng nửa khu phố: các tòa nhà năm tầng có diện tích gần một mẫu Anh và nặng khoảng 35.000 tấn với 6.000 chiếc kích vít. Nhiều công trình khác cũng cần di dời hay nâng lên để lắp đặt hệ thống cống. “Suốt những ngày ở đây, không ngày nào tôi không bắt gặp một hay vài ngôi nhà di dời.” Vị khách nhớ lại. “Có ngày tôi gặp đến chín. Ra phố Great Madison bằng xe ngựa, chúng tôi phải dừng tới hai lần để nhường đường cho các ngôi nhà đi qua.”

Kết quả là hệ thống thoát nước hoàn thiện đầu tiên ra đời, hơn hẳn bất kỳ thành phố nào ở Mỹ. Trong ba thập niên tiếp theo, hơn 20 thành phố lân cận đã noi gương Chicago trong việc lên kế hoạch và xây dựng hệ thống cống ngầm. Các dự án kỹ thuật ngầm kỳ vĩ này đã tạo ra một hình mẫu có thể dùng để định nghĩa về đô thị lớn trong thế kỷ 20: thành phố như một hệ thống được hỗ trợ bởi mạng lưới vô hình của các dịch vụ dưới lòng đất. Năm 1863, con tàu hơi nước đầu tiên đã đi qua hầm ngầm dưới lòng đất thành phố London. Tàu điện ngầm Paris mở cửa năm 1900, liền sau đó là tàu điện ngầm New York. Lối đi dành cho người đi bộ, đường cao tốc cho ô tô, dây điện và cáp quang đều giấu mình bên dưới các đường phố. Ngày nay, có cả một thế giới song song tồn tại dưới lòng đất, củng cố và hỗ trợ cho thành phố phía trên. Trực giác khiến chúng ta nghĩ về thành phố ngày nay với những đường chân trời và sự kỳ vĩ của chúng vươn tới thiên đàng. Nhưng sự huy hoàng của những thánh đường đô thị đó không thể tồn tại nếu thiếu thế giới giấu kín dưới lòng đất.

TRONG TẤT CẢ NHỮNG THÀNH TỰU ĐÓ, hơn cả tàu điện ngầm và cáp Internet tốc độ cao, thứ thiết yếu nhất song cũng dễ bị xem nhẹ nhất là điều kỳ diệu mà hệ thống cống ngầm đem lại: thưởng thức một ly nước sạch từ vòi. Chỉ 150 năm trước, ở các thành phố trên thế giới, việc uống nước giống hệt như chơi trò cò quay Nga. Nhắc đến những sát nhân nổi tiếng của thế kỷ 19 đô thị hóa, chúng ta sẽ nghĩ ngay đến Jack the Ripper, kẻ giết người hàng loạt trên các con phố London. Song kẻ giết người hàng loạt thật sự của thành phố này thời Victoria chính là bệnh tật do ô nhiễm nguồn nước.



Ellis Chesbrough, ChiEcago, khoảng năm 1879

Nâng khách sạn Briggs House ở Chicago, khoảng năm 1857

Thực tế, đây chính là lỗ hổng chết người trong kế hoạch về cống ngầm ở Chicago của Chesbrough. Ông đã sáng suốt phác ra chiến lược tống khứ rác thải hằng ngày từ các đường phố, nhà xí và hầm chứa; nhưng phần lớn ống cống lại đổ ra sông Chicago, vốn chảy thẳng vào hồ Michigan – nguồn cung cấp nước ngọt cho cả thành phố. Vào đầu thập niên 1870, nguồn nước của Chicago khủng khiếp đến mức trong bồn rửa hay bồn tắm thường xuyên lẫn cá chết do bị rác thải của con người đầu độc, sau đó bị hút ngược lên các đường ống nước của thành phố. Theo một quan sát, vào các tháng mùa hè, cá "xuất hiện như bị nấu chín và bồn tắm thì đầy bứ thứ mà người dân phẫn nộ gọi là xúp cá."

Cuốn tiểu thuyết The Jungle (Rừng rậm) của Upton Sinclair được coi là tác phẩm văn học có ảnh hưởng bậc nhất trong truyền thống vạch trần các hoạt động chính trị bẩn thỉu. Sự lôi cuốn của tác phẩm này một phần là nhờ sự vạch trần theo đúng nghĩa đen, mô tả chính xác đến đau đớn sự bẩn thỉu của thành phố Chicago vào lúc chuyển giao thế kỷ. Thí dụ, đoạn văn sau miêu tả một nhánh sông Chicago được đặt cái tên giàu sức gợi, Bubbly Creek (Nhánh sông Sủi bọt):

Dầu mỡ và hóa chất đổ xuống đó trải qua đủ kiểu biến đổi lạ lùng, đây là lý do khiến nhánh sông này có tên như vậy. Chất thải liên tục chuyển động như thể có một đàn cá khổng lồ đang ăn, hay những con thủy quái đang chơi đùa dưới đáy nước sâu. Các bóng khí cacbonic trồi lên mặt nước và vỡ tan, tạo thành những vòng tròn rộng nửa mét đến một mét. Đây đó, dầu mỡ và rác rến kết vào nhau khiến nhánh sông trông như một bồn nham thạch. Gà qué đi trên đó kiếm ăn và nhiều lần có những người lạ bất cẩn sẩy chân rồi biến mất vĩnh viễn.

Vấn đề của Chicago tái diễn trên toàn thế giới: hệ thống cống ngầm loại bỏ chất thải khỏi tầng hầm và sân sau, nhưng thường thì mọi người chỉ đơn giản đổ thẳng chúng xuống nguồn nước, hoặc trực tiếp như Chicago hoặc gián tiếp do mưa bão. Sơ đồ phác thảo hệ thống cống ngầm và đường ống nước cấp độ đô thị không bao gồm nhiệm vụ giữ thành phố không bệnh tật. Chúng ta còn cần hiểu điều gì đang diễn ra ở cấp độ vi sinh vật. Chúng ta cần cả thuyết vi

khuẩn về bệnh dịch và cả cách ngăn các vi khuẩn đó gây hại cho con người.



Công nhân đang xây dựng đường sắt ngầm Metropolitan Line ở King's Cross, London, Anh

NẾU NHÌN LẠI các phản ứng ban đầu của cộng đồng y khoa về thuyết vi khuẩn, ta sẽ thấy nó còn trên cả khôi hài, đơn giản là nó hoàn toàn vô nghĩa. Có một câu chuyện nổi tiếng rằng bác sĩ Ignaz Semmelweis người Hungary đã hứng chịu nhiều lời chỉ trích và chế giễu của giới chức y tế khi vào năm 1847, ông lần đầu tiên đề nghị các bác sĩ, nhất là bác sĩ phẫu thuật, rửa tay trước khi tiếp xúc với bệnh nhân. (Phải gần nửa thế kỷ sau, động tác khử trùng cơ bản này mới trở thành nguyên tắc trong cộng đồng y khoa, còn Semmelweis thì đã mất việc và ra đi trong một bệnh viện tâm thần.) Ít ai biết Semmelweis xây dựng các lập luận ban đầu dựa trên nghiên cứu hiện tượng sốt hậu sản, khiến sản phụ tử vong không lâu sau khi sinh. Trong thời gian làm việc tại Bệnh viện Đa khoa Vienna, Semmelweis đã gặp phải một hiện tượng đáng lo ngại: bệnh viện có hai phòng chăm sóc thai sản, một dành cho người giàu, được các bác sĩ và sinh viên y khoa chăm sóc; phòng còn lại cho tầng lớp lao động, chỉ được các bà đỡ chăm sóc. Vì lý do nào đó, tỷ lệ tử vong do sốt hậu sản ở phòng dành cho tầng lớp lao động thấp hơn hẳn. Sau khi nghiên cứu cả hai môi trường, Semmelweis phát hiện ra các bác sĩ ưu tú và sinh viên thực tập đã chạy luân phiên giữa việc đỡ đẻ và nghiên cứu tử thi. Rõ ràng một số tác nhân gây bệnh đã được truyền từ nhà xác tới các bà mẹ mới sinh trong khi chỉ cần một chất khử trùng đơn giản như clorua vôi, vòng lây nhiễm này sẽ bị triệt tiêu.

Có lẽ không thí dụ nào về mức độ thay đổi nhận thức với vấn đề vệ sinh trong hơn 150 năm qua có thể gây sửng sốt hơn thế. Semmelweis bị nhạo báng và cho thôi việc không chỉ vì đề nghị các bác sĩ rửa tay mà còn bởi đã dám đưa ra yêu cầu bắt buộc: bác sĩ phải rửa tay nếu muốn đỡ đẻ và giải phẫu tử thi trong cùng một buổi chiều.

Đây là một trong những trường hợp các tri giác căn bản của chúng ta chệch hướng khỏi tri giác của tổ tiên ở thế kỷ 19. Họ có hình dáng và hành vi giống người hiện đại về nhiều mặt: họ đi tàu, gặp gỡ và ăn uống ở nhà hàng. Song thỉnh thoảng vẫn có khoảng cách kỳ quặc giữa ta và họ, không chỉ là khoảng

cách rõ ràng kỹ thuật tinh vi mà tinh tế hơn, đó là khoảng cách về ý niệm. Ngày nay, chúng ta nghĩ về vệ sinh theo một cách căn bản khác biệt. Thí dụ, khái niệm tắm rửa khá xa lạ với hầu hết người châu Âu và châu Mỹ ở thế kỷ 19. Bạn hẳn cho rằng tắm rửa là một khái niệm xa lạ đơn giản vì họ không có nước máy, hệ thống ống nước và vòi hoa sen trong nhà như đa phần chúng ta trong thế giới hiện đại. Câu chuyện thực tế phức tạp hơn nhiều. Ở châu Âu, bắt đầu từ thời Trung cổ cho tới tận gần thế kỷ 20, nhận thức thịnh hành về vệ sinh vẫn cho rằng nhấn chìm cơ thể trong nước có hại cho sức khỏe, thậm chí còn nguy hiểm. Họ tin rằng việc bít lỗ chân lông bằng chất bẩn và dầu sẽ bảo vệ cơ thể khỏi bệnh tật. Vào năm 1655, một bác sĩ người Pháp đã khuyên mọi người: “Tắm rửa khiến đầu chứa đầy hơi. Tắm là kẻ thù của các dây thần kinh và dây chằng, khiến chúng lỏng lẻo. Nhiều người sẽ không mắc bệnh gout nếu không tắm rửa.”

Ta có thể thấy sức mạnh của những định kiến này được thể hiện rõ nhất trong các văn bản hoàng gia giữa những năm 1600 tới 1700 – nói cách khác, họ là số rất ít người thừa tiền để xây nhà tắm và thuê người kéo nước. Nữ hoàng Elizabeth I chỉ tắm mỗi tháng một lần và bà vẫn sạch một cách quái đản nếu so với những người tương nhiệm. Vua Louis XIII không hề tắm cho đến khi bảy tuổi. Ngồi trần truồng trong bồn nước đơn giản không phải là việc làm một người châu Âu văn minh, nó thuộc về truyền thống mọi rợ của các nhà tắm công cộng vùng Trung Đông, chứ không phải của tầng lớp quý tộc Paris và London.

Dần dần, từ đầu thế kỷ 19, các quan điểm bắt đầu chuyển dịch, rõ rệt nhất ở Anh và Mỹ. Dickens đã lắp vòi tắm nước lạnh tại nhà ở London và là người nhiệt tình ủng hộ sự vệ sinh và khỏe khoắn bằng cách tắm rửa mỗi ngày. Rồi một dòng sách self-help và cẩm nang dạy cách tắm, với hướng dẫn chi tiết như huấn luyện hạ cánh Boeing 747 ngày nay. Một trong các bước cải biến đầu tiên của Giáo sư Higgins với Eliza Doolittle trong vở kịch Pygmalion của George Bernard Shaw là bảo cô đi tắm. (Cô đã phản đối: “Ông muốn tôi vào đó và ướt hết mình sao? Không, tôi sẽ chết mất!”) Trong cuốn cẩm nang quyền lực The American Woman’s Home (Ngôi nhà của người phụ nữ Hoa Kỳ), xuất bản năm 1869, Harriet Beecher Stowe và em gái, Catherine Beecher, chủ trương tắm rửa hằng ngày. Các nhà cải cách bắt đầu xây nhiều nhà tắm công cộng và lắp vòi tắm tại các khu ổ chuột trên toàn quốc. “Tới thập niên cuối của thế kỷ này, sự sạch sẽ đã liên hệ chặt chẽ không chỉ với

lòng sùng đạo, mà còn cả với lối sống Mỹ.” Nhà sử học Katherine Ashenburg viết.

Giá trị của việc tắm rửa trước đây không phải là điều hiển nhiên như với chúng ta hiện nay. Người ta đã phải tìm hiểu rồi lan truyền, chủ yếu thông qua phương tiện cải cách xã hội và truyền miệng. Điều thú vị trong công cuộc ủng hộ việc tắm rửa ở thế kỷ 19 là rất hiếm lời bàn về xà phòng. Bởi riêng việc thuyết phục mọi người rằng nước không giết họ đã đủ khó khăn. (Như ta sẽ thấy, xà phòng cuối cùng cũng trở thành xu hướng của thế kỷ 20 và nó được thúc đẩy mạnh mẽ nhờ một cách thức khác: quảng cáo.) Các nhà khai sáng về tắm rửa được hỗ trợ bởi sự hội tụ của một số tiến bộ khoa học và công nghệ quan trọng. Tiến bộ về cơ sở hạ tầng cho phép con người có nước máy chảy đầy bồn tắm trong nhà. Nước cũng sạch hơn nhiều so với vài thập kỷ trước. Và điều quan trọng là thuyết vi khuẩn từ ý tưởng bên lề đã nhận được sự đồng thuận của giới khoa học.

Con người đạt tiến bộ mới này nhờ vào hai nghiên cứu song song. Thứ nhất là công trình khám phá dịch tễ học của John Snow tại London. Bằng cách lập bản đồ tử vong trong trận dịch tại Soho, ông là người đầu tiên chứng minh dịch tả do nguồn nước bị ô nhiễm chứ không phải mùi độc hại của khí độc. Snow chưa từng nhìn trực tiếp vi khuẩn gây bệnh tả, bởi công nghệ kính hiển vi lúc đó chưa đủ phát triển để quan sát các sinh vật nhỏ đến vậy (Snow gọi chúng là “vi động vật”). Nhưng ông đã phát hiện ra chúng một cách gián tiếp thông qua những kiểu tử vong trên đường phố London. Thuyết bệnh dịch thủy sinh của Snow rốt cuộc đã trở thành đòn quyết định đầu tiên đánh vào thuyết khí độc nhưng Snow không sống được đến ngày thuyết của mình chiến thắng. Sau khi ông đột ngột ra đi vào năm 1858, tạp chí The Lancet đã viết một cáo phó ngắn, chẳng hề đả động tới công trình dịch tễ học đột phá của ông. Mãi đến năm 2014, tạp chí này mới đăng một bài có tính “đính chính” bản cáo phó cũ, nêu chi tiết những cống hiến lớn lao của vị bác sĩ London này cho sức khỏe cộng đồng.

Thuyết tổng hợp hiện đại sẽ thay thế thuyết khí độc – cho rằng dịch tả và thương hàn không phải do khí độc mà do các sinh vật vô hình phát triển mạnh trong nước bẩn gây ra – lại dựa vào một phát kiến về kính. Xưởng thấu kính Zeiss Optical của Đức bắt đầu sản xuất kính hiển vi mới từ đầu thập kỷ 1870 – thiết bị lần đầu tiên được lắp đặt theo các công thức toán học mô tả

hành vi của ánh sáng. Các thấu kính mới này đã mở đường cho nghiên cứu vi sinh của các nhà khoa học như Robert Koch, một trong những người đầu tiên tìm ra vi khuẩn tả. (Sau khi nhận giải Nobel vào năm 1905, Koch đã gửi thư cho Carl Zeiss: “Phần lớn thành công tôi có được là nhờ chiếc kính hiển vi tuyệt vời của ngài.”) Cùng với đối thủ lớn Louis Pasteur, Koch và chiếc kính hiển vi đã góp phần phát triển và truyền bá thuyết vi khuẩn. Trên quan điểm công nghệ, bước đột phá vĩ đại về sức khỏe cộng đồng ở thế kỷ 19 – nhận thức rằng các vi khuẩn vô hình có thể gây chết người – là thành quả phối hợp của bản đồ và kính hiển vi.



Tranh cổ động của Hội đồng Giáo dục Sức khỏe với nội dung: Không chỉ rửa mặt, rửa tay, tắm rửa mỗi ngày giúp bạn tỏa sáng. (1927 - 1969), 1955

Ngày nay, Koch được vinh danh bởi ông đã tìm ra vô số vi sinh vật dưới ống kính Zeiss. Song nghiên cứu của ông cũng dẫn đến một đột phá quan trọng không kém, dù ít được ngợi ca hơn. Koch không dừng lại ở việc nhìn thấy vi khuẩn, ông còn phát triển các công cụ tinh vi để đo lường mật độ của chúng trong một lượng nước nhất định. Ông trộn nước bẩn với gelatin trong suốt và quan sát sự phát triển của các cụm vi khuẩn (hay khuẩn lạc) trên tấm kính. Koch đã thiết lập một tiêu chí đo lường có thể áp dụng với bất kỳ loại nước nào: nước chứa dưới 100 khuẩn lạc trên mỗi mililít có thể coi là uống được.



Bản đồ dịch tả ở Soho của bác sĩ John Snow

Cách đo lường mới tạo ra cách làm mới. Khả năng đo lường vi khuẩn trong nước mở ra cách tiếp cận mới với các thách thức của sức khỏe cộng đồng. Trước khi có phương pháp đo lường trên, con người phải kiểm tra tiến bộ của hệ thống cấp nước bằng phương cách truyền thống: xây dựng hệ thống cống, hồ chứa hoặc đường ống mới và chờ đợi xem số người tử vong có giảm hay không. Giờ đây, chúng ta chỉ cần lấy một mẫu nước và kiểm nghiệm xem nó có sạch khuẩn hay không, do đó các vòng lặp của thí nghiệm sẽ nhanh khủng khiếp.

Kính hiển vi và phương pháp đo lường đã mở ra một mặt trận mới trong cuộc

chiến chống vi khuẩn: thay vì chiến đấu gián tiếp thông qua việc đẩy rác thải tránh xa nguồn nước, người ta sử dụng các hóa chất mới để tấn công trực tiếp vi khuẩn. Một chiến sĩ quan trọng trong mặt trận thứ hai này là John Leal, bác sĩ ở bang New Jersey. Giống như John Snow, Leal là bác sĩ chữa trị trực tiếp cho bệnh nhân song có niềm đam mê lớn với vấn đề sức khỏe cộng đồng, đặc biệt là những vấn đề liên quan đến nguồn nước ô nhiễm. Đam mê ấy bắt nguồn từ bi kịch cá nhân: cha ông đã phải hứng chịu cái chết chậm rãi, đau đớn vì uống phải nước nhiễm khuẩn thời Nội chiến. Cái chết của cha Leal trong chiến tranh là một miêu tả thống kê rõ ràng về mối đe dọa của nước bẩn cùng các rủi ro khác về sức khỏe trong giai đoạn này. Chỉ 19 người lính của Trung đoàn 114 hy sinh trong chiến đấu nhưng có tới 178 người mất vì bệnh tật.

Leal đã thử nghiệm nhiều kỹ thuật diệt vi khuẩn và tới năm 1898, một loại chất độc đặc biệt đã bắt đầu thu hút sự quan tâm của ông: canxi hypoclorit, chất độc chết người được biết đến rộng rãi với tên gọi clorin, hay lúc bấy giờ được gọi là "clorua vôi". Nó vốn là phương thuốc được lưu hành để chăm sóc sức khỏe cộng đồng: những ngôi nhà và khu vực lân cận sau đợt bùng phát thương hàn hay dịch tả sẽ được khử trùng liên tục bằng thứ hóa chất này, song sự can thiệp đó không giúp ích gì trong việc chiến đấu với các bệnh lây qua nước uống. Ý tưởng cho clorua vôi vào nước vẫn chưa được củng cố. Trong tâm trí thị dân Âu Mỹ, mùi nồng chát của clorua vôi gắn với dịch bệnh và chẳng ai muốn nước uống có mùi đó. Đa số bác sĩ và cơ quan quản lý y tế cộng đồng đều phản đối cách tiếp cận này. Một nhà hóa học nổi tiếng đã phản bác: "Bản thân ý tưởng dùng hóa chất để khử trùng đã thật kinh tởm." Tuy nhiên, nhờ các công cụ phát hiện và đo lường mầm bệnh gây thương hàn trong nước, Leal đã thuyết phục mọi người rằng với một liều lượng tiêu chuẩn, clorua vôi sẽ diệt vi khuẩn độc hại trong nước tốt hơn bất cứ phương pháp nào mà không gây hại cho người uống.

Cuối cùng, Leal về làm việc ở Công ty Cấp nước Thành phố Jersey, được giao giám sát gần 30 triệu khối nước ở đầu nguồn sông Passaic. Công việc mới này đã tạo điều kiện cho những biện pháp can thiệp lạ lùng và táo bạo nhất trong lịch sử y tế cộng đồng. Năm 1908, công ty của Leal sa vào một cuộc chiến pháp lý kéo dài (với các hợp đồng trị giá hàng trăm triệu đô-la theo thời giá hiện nay) liên quan đến các hồ chứa và đường ống mà họ mới hoàn thành. Quan tòa chỉ trích công ty này không cung cấp nguồn nước "tinh

khiết, trong lành” và buộc họ phải lắp đặt thêm các hệ thống thoát nước đắt đỏ để cách ly tác nhân gây bệnh khỏi nguồn nước uống. Leal biết rằng khả năng làm sạch nước của hệ thống cống rất giới hạn, nhất là trong mưa bão. Do đó, ông quyết định đưa thí nghiệm gần nhất với clorua vôi vào kiểm nghiệm cuối cùng.

Trong vòng bí mật hoàn toàn, không được chính quyền cho phép (và cũng không bố cáo cho người dân), Leal quyết định cho clorua vôi vào hồ chứa nước của thành phố Jersey. Với sự hỗ trợ của kỹ sư George Warren Fuller, Leal đã xây dựng và lắp đặt một “thiết bị thả clorua vôi” ở hồ chứa Boonton, ngoại ô thành phố Jersey. Đó là việc làm khá liều lĩnh vì khi ấy, người ta cực lực phản đối phương pháp xử lý nước bằng hóa chất. Song phán quyết của tòa đã hết sức giới hạn thời gian và Leal biết các thử nghiệm trong phòng thí nghiệm sẽ hoài công với một cử tọa thiếu chuyên môn. “Leal không có thời gian để nghiên cứu sơ bộ, cũng chẳng đủ thời gian xây dựng một thiết bị cỡ trưng bày để thử nghiệm công nghệ mới.” Michael J. McGuire viết trong cuốn The Chlorine Revolution (Cách mạng Clorua vôi). “Nếu hệ thống thả clorua vôi bị mất kiểm soát về lượng hóa chất thả xuống hồ và một dư lượng lớn clo sẽ đổ về thành phố Jersey, thì Leal biết chắc quy trình coi như thất bại.”

Lần đầu tiên trong lịch sử, nguồn cấp nước của thành phố được khử quy mô lớn bằng clorua vôi. Khi tin tức lộ ra, ông bị xem như kẻ điên hoặc một kẻ khủng bố bởi uống một vài ly canxi hypoclorit có thể gây chết người. Tuy vậy, Leal đã làm đủ thí nghiệm để biết một lượng nhỏ hợp chất này vô hại với con người nhưng sẽ giết chết rất nhiều loại vi khuẩn. Ba tháng sau, Leal bị gọi ra trước tòa để tự biện hộ cho hành động của mình. Trong suốt cuộc chất vấn, ông kiên định bảo vệ cải tiến vì sức khỏe cộng đồng của mình.



Bệnh nhân mắc bệnh tả

Quan tòa: Bác sĩ, anh có thể kể xem có nơi nào trên thế giới từng thử nghiệm đổ thứ bột tẩy trắng này vào nước uống của một thành phố 200.000 người chưa?

Leal: 200.0000 người? Chưa nơi nào từng thử cả.

Quan tòa: Không bao giờ có.

Leal: Dù không phải ở điều kiện và hoàn cảnh tương tự thì trong tương lai nó sẽ được sử dụng nhiều lần.

Quan tòa: Jersey là thành phố đầu tiên ư?

Leal: Thành phố đầu tiên được hưởng lợi.

Quan tòa: Jersey là thành phố đầu tiên được đem ra thử nghiệm bất chấp lợi hại?

Leal: Không thưa ngài, nó được hưởng lợi. Thử nghiệm đã kết thúc.

Quan tòa: Anh có từng thông báo với thành phố rằng anh sắp làm thử nghiệm không?

Leal: Không.

Quan tòa: Vậy anh có uống thứ nước này không?

Leal: Có, thưa ngài.

Quan tòa: Anh có bất kỳ sự do dự nào khi đưa thứ nước này cho vợ và gia đình mình uống không?

Leal: Tôi tin tưởng đây là thứ nước an toàn nhất trên thế giới.

ÁN LỆ TÒA ÁN rốt cuộc đã xử Leal gần như trắng án. Vị cựu chánh án viết: "Tôi nhận thấy và báo cáo rằng cách làm này có thể làm nguồn nước của Jersey trong lành và tinh khiết hơn. Nó cũng có tác dụng loại bỏ… các mầm bệnh nguy hại." Vài năm sau, các bằng chứng ủng hộ hành động liều lĩnh của Leal đã trở nên vững chắc. Cộng đồng cư dân được uống nước khử trùng bằng clo như thành phố Jersey giảm đáng kể bệnh tật lây qua nguồn nước, chẳng hạn như thương hàn.

Trong phần tranh luận tại phiên tòa ở thành phố Jersey, đã có lúc vị công tố viên buộc tội Leal đang tìm kiếm sự tưởng thưởng về tài chính cho phát kiến của mình. "Nếu thử nghiệm này thành công thì ngài kiếm được bộn tiền."

Ông ta chế nhạo. Từ ghế nhân chứng, Leal nhún vai cắt ngang: “Tôi không biết tiền đến từ đâu nhưng từ đâu cũng thế cả.” Không giống các nhà sáng chế khác, Leal không đòi bằng sáng chế kỹ thuật khử trùng bằng clo mà ông tiên phong thử nghiệm tại hồ chứa Boonton. Bất kỳ công ty cấp nước nào muốn đem đến cho khách hàng nguồn nước “tinh khiết và trong lành” đều được áp dụng miễn phí. Do không bị cản trở bởi các ràng buộc của bằng sáng chế và phí cấp phép, các đô thị đã nhanh chóng lấy clo hóa làm tiêu chuẩn thực hành trên khắp nước Mỹ và cuối cùng là toàn thế giới.



Cảnh báo dịch tả, năm 1866

Khoảng mười năm trước, hai giáo sư Đại học Harvard, David Cutler và Grant Miller, đã tiến hành đánh giá tác động của việc khử bằng clo (và các kỹ thuật lọc nước khác) trong những năm từ 1900 tới 1930, giai đoạn mà chúng được sử dụng rộng rãi trên toàn nước Mỹ. Nhờ dữ liệu phong phú về tỷ lệ mắc bệnh và đặc biệt là tỷ lệ tử vong ở trẻ em giữa các nhóm dân cư trên nước Mỹ và cũng nhờ hệ thống lọc nước bằng clo đã được triển khai như một trào lưu, Cutler và Miller đã phác dựng chính xác ảnh hưởng của clorua vôi tới sức khỏe cộng đồng. Họ nhận thấy trung bình việc uống nước sạch đã làm giảm tỷ lệ tử vong khoảng 43% ở mỗi thành phố tại Mỹ. Ấn tượng hơn, hệ thống lọc nước với clorua vôi giúp giảm tỷ lệ tử vong ở trẻ sơ sinh tới 74%, tương tự với tỷ lệ tử vong ở trẻ em.

Chúng ta cần dừng vài giây để phân tích tầm quan trọng của các con số trên, đưa nó ra khỏi các thống kê khô khan về sức khỏe cộng đồng, đặt vào địa hạt sinh động của cuộc sống. Trước thế kỷ 20, những người làm cha mẹ mặc nhiên phải chấp nhận đối mặt với khả năng cao rằng một trong những đứa con mình có thể sẽ chết khi còn nhỏ. Nỗi đau dường như lớn nhất mà ta phải chịu đựng ngày nay – mất con – lại là điều bình thường thời đó. Ngày nay, ít nhất là ở những nước phát triển, điều bình thường kia đã trở nên hiếm hoi. Nhiều thách thức cơ bản của sinh tồn – giúp đứa trẻ tránh xa nguy hiểm – đã giảm thiểu đáng kể, một phần nhờ các dự án kỹ thuật khổng lồ, phần khác là nhờ các cuộc chiến vô hình giữa canxi hypoclorit và đám vi khuẩn cực nhỏ. Những người làm nên cuộc cách mạng trên không trở nên giàu có và ít người trở nên nổi tiếng. Nhưng họ đã để lại dấu ấn trong đời sống nhân loại mà xét

về nhiều mặt còn sâu sắc hơn cả di sản của Edison, Rockefeller hay Ford.

Khử trùng bằng clo không chỉ cứu người. Nó còn dẫn dắt cả thú vui. Sau Thế chiến thứ nhất, một vạn nhà tắm và bể bơi công cộng được khử trùng bằng clo mọc lên khắp nước Mỹ, học bơi trở thành một phần thiết yếu trong đời sống. Trong suốt giai đoạn giữa hai cuộc Thế chiến, những không gian nước công cộng đã trở thành ranh giới thách thức lề lối cũ. Trước khi bể bơi trở thành trào lưu thành thị, phụ nữ khi đi tắm thường ăn mặc kín đáo như chuẩn bị đi trượt tuyết. Tới giữa những năm 1920, phụ nữ mới bắt đầu mặc đồ lộ phần chân dưới đầu gối; đồ bơi một mảnh với cổ trễ trở thành trào lưu vài năm sau đó. Đồ bơi hở lưng, kế đến là đồ bơi hai mảnh nhanh chóng xuất hiện vào thập niên 1930. Sử gia Jeff Wiltse đã viết trong công trình nghiên cứu lịch sử xã hội về bơi lội có tên Contested Waters (Đấu tranh dưới nước): "Tóm lại, đùi, hông, vai, bụng, lưng và khe ngực phụ nữ đều được phô bày hết nơi công cộng trong khoảng 20 năm từ 1920 tới 1940." Có thể đo lường sự chuyển biến thông qua vật liệu: ở đầu thế kỷ, đồ bơi của phụ nữ tốn tới mười thước vải nhưng đến cuối thập niên 1930 thì chỉ một thước là đủ. Chúng ta thường cho rằng thập niên 1960 là giai đoạn chuyển dịch quan niệm văn hóa dẫn đến những thay đổi sâu sắc trong trang phục thường ngày, nhưng giai đoạn này không thể sánh được quá trình cơ thể phụ nữ được khai lộ với tốc độ chóng mặt diễn ra trong những năm giữa hai cuộc Thế chiến. Tất nhiên thời trang dành cho nữ giới vẫn sẽ phát triển mà không cần sự bùng nổ của trào lưu bể bơi nhưng thiếu nó thì khó mà nhanh chóng. Chắc chắn, John Leal không hề nghĩ tới cặp đùi chị em trong bể bơi khi ông đổ clorua vôi xuống hồ chứa nước của thành phố Jersey. Nhưng giống như đôi cánh chim ruồi, một sự thay đổi trong lĩnh vực này đã thúc đẩy sự việc có vẻ không liên quan trong một trật tự tồn tại khác: một tỷ vi khuẩn đã chết dưới tay canxi hypoclorit và bằng cách nào đó, hai mươi năm sau, thái độ cơ bản đối với việc khoe da thịt của phụ nữ đã tự cách tân. Tất nhiên, việc dùng clorua vôi không tự mình cải biến thời trang của phái nữ mà rất nhiều yếu tố xã hội và công nghệ khác đã hội tụ lại để thu nhỏ dần bộ đồ bơi. Đó là các trào lưu nữ quyền sơ khai; là ánh chớp soi mói từ ống kính Hollywood, chưa kể một số ngôi sao bắt đầu trưng diện ngày một hở hang. Nhưng nếu bơi lội không được cộng đồng chấp nhận rộng rãi như một hoạt động giải trí thì phong cách thời trang này đã mất đi sàn diễn lớn nhất. Hơn nữa, những cách giải thích khác – vốn cũng có ý nghĩa – đã luôn được truyền thông tung hô. Nếu bạn hỏi một người đi đường bình thường rằng nhân tố nào thúc đẩy thời trang nữ, chắc

chắn họ nhắc ngay đến Hollywood hay các tạp chí thời thượng. Nhưng sẽ chẳng mấy khi canxi hypocloxit được gọi tên.

TRONG SUỐT THẾ KỶ 19, cuộc hành quân của công nghệ làm sạch đã diễn ra trong lĩnh vực y tế cộng đồng: các dự án kỹ thuật và các hệ thống lọc nước khổng lồ. Tuy vậy, câu chuyện về vệ sinh trong thế kỷ 20 có lẽ gần gũi với chúng ta hơn. Một vài năm sau thử nghiệm liều lĩnh của Leal, năm doanh nhân ở San Francisco đã đầu tư mỗi người 100 đô-la để sản xuất sản phẩm dựa trên clo. Đó có vẻ là ý tưởng tuyệt vời được nhận thức muộn màng, nhưng do kinh doanh thuốc tẩy trắng hướng đến các ngành công nghiệp lớn, nên doanh số đã không đạt như kỳ vọng. Sau đó, vợ của một nhà đầu tư, bà Annie Murray, một chủ cửa hàng tại Oakland, California đã nảy ra ý tưởng rằng: thuốc tẩy trắng sẽ trở thành sản phẩm có tính cách mạng cho các hộ gia đình chứ không phải công xưởng. Trước sự kiên định của Murray, công ty đã tạo ra một sản phẩm có liều lượng hóa chất nhẹ hơn và đóng trong chai nhỏ hơn. Bà tin vào sự hứa hẹn của sản phẩm đến mức đã tặng mẫu dùng thử cho mọi khách hàng. Trong vài tháng, thuốc tẩy luôn cháy hàng. Ở thời điểm đó, Murray có thể không nhận ra nhưng chính bà đã tạo ra một ngành công nghiệp hoàn toàn mới. Annie Murray đã tạo ra sản phẩm thuốc tẩy gia dụng thương mại đầu tiên của Mỹ, mở đầu cho làn sóng của nhãn hiệu làm sạch phổ biến trong thế kỷ mới: Clorox.

Thuốc tẩy Clorox phổ biến đến mức ngày nay các nhà khảo cổ học dùng phần còn lại của chúng để xác định niên đại của các khu vực khai quật. (Những chai thuốc tẩy thủy tinh hình trụ có tầm quan trọng với thời kỳ đầu thế kỷ 20 như đầu mũi giáo đối với thời đại đồ sắt hoặc đồ gốm thuộc địa đối với thế kỷ 18.) Thuốc tẩy thường đi kèm với các sản phẩm vệ sinh gia đình đắt hàng như xà bông Palmolive, Listerine và một sản phẩm ngăn mồ hôi phổ biến có tên Odorono. Các sản phẩm vệ sinh đó là mặt hàng đầu tiên được quảng cáo kín trang báo hay tạp chí. Vào thập niên 1920, người Mỹ bị bủa vây bởi hàng loạt quảng cáo với thông điệp thuyết phục họ rằng thật đáng hổ thẹn nếu họ không làm gì đó với đám vi khuẩn trên cơ thể và trong nhà. (Cụm từ “thường là phù dâu, không bao giờ là cô dâu” bắt nguồn từ một mẩu quảng cáo của Listerine năm 1925.) Khi đài phát thanh và truyền hình bắt đầu thử nghiệm các hình thức tường thuật thì các công ty vệ sinh cá nhân một lần nữa lại đi đầu trong việc tạo ra các hình thức quảng cáo mới, một bước tiến marketing thiên tài mà ngày nay vẫn còn gắn với chúng ta qua cụm từ “opera xà bông”.

Đây là trường hợp lạ lùng hơn về hiệu ứng chim ruồi trong văn hóa đương đại: thuyết vi khuẩn không chỉ giúp giảm thiểu tỷ lệ tử vong ở trẻ sơ sinh trong thế kỷ 19, mà còn giúp phẫu thuật và sinh nở an toàn hơn so với thời của Semmelweis. Nó cũng góp phần quan trọng trong việc khai sinh ra ngành quảng cáo hiện đại.

Ngày nay, ngành thương mại làm sạch ước tính có giá trị 80 tỷ đô-la. Nếu ghé qua một siêu thị hoặc nhà thuốc bất kỳ, ta có thể tìm thấy hàng trăm, thậm chí hàng ngàn sản phẩm có tác dụng diệt vi khuẩn nguy hại khỏi gia đình: dung dịch làm sạch chậu rửa, nhà vệ sinh, sàn nhà, bộ đồ ăn – từ đầu đến chân. Các cửa hàng này chính là kho vũ khí khổng lồ trong cuộc chiến chống vi khuẩn. Tất nhiên, có người sẽ thấy nỗi ám ảnh về vệ sinh của chúng ta đã đi quá xa. Một số nghiên cứu cho rằng thế giới sạch chưa từng có của chúng ta thực ra có liên quan tới việc gia tăng tỷ lệ mắc hen suyễn và dị ứng do hệ miễn dịch của con người không còn được tiếp xúc với đủ chủng vi khuẩn ở thời niên thiếu.

CUỘC CHIẾN GIỮA CON NGƯỜI và vi khuẩn diễn ra trong hơn hai thế kỷ đã có tác động sâu rộng: từ những cải thiện nhỏ trong thời trang áo tắm đến những biến chuyển mang tính sinh tồn giúp giảm tỷ lệ tỷ vong ở trẻ sơ sinh. Sự tăng cường hiểu biết về con đường gây bệnh của vi khuẩn khiến dân số đô thị bùng nổ, vượt khỏi giới hạn đã kìm kẹp họ trong suốt nền văn minh nhân loại. Vào những năm 1800, không xã hội nào có thể xây dựng và duy trì thành công một thành phố với hơn hai triệu dân. Các thành phố đầu tiên dám thách thức giới hạn ấy (London, Paris, không lâu sau là New York) đã phải gánh chịu các bệnh dịch đau đớn bùng phát khi quá nhiều người chung sống trong một địa hạt nhỏ hẹp. Nhiều quan sát đời sống đô thị đáng tin cậy giữa thế kỷ 19 đã tin rằng các thành phố trên không thể tải được quy mô lớn như vậy và London chắc chắn sẽ sụp đổ, trở lại quy mô có thể quản lý được giống như Rome từ 2.000 năm trước. Nhưng công cuộc giải quyết vấn đề nước sạch và loại bỏ rác thải đã thay đổi tất cả. Một thế kỷ sau khi Ellis Chesbrough lần đầu tiên thực hiện chuyến đại du hý để quan sát hệ thống cống ngầm ở châu Âu, thì London và New York đã đạt tới con số 10 triệu dân, với tuổi thọ cao hơn và tỷ lệ mắc bệnh truyền nhiễm thấp hơn hẳn thời Victoria.

Dĩ nhiên, vấn đề ngày nay đã không còn là các thành phố với hai hay mười triệu dân; các siêu đô thị như Mumbai hay São Paolo sẽ sớm đạt mức 30 triệu

người và hơn thế, rất nhiều người trong số đó sống tại những khu vực nghèo khổ – những khu ngoại ô, ổ chuột gần giống với thành phố Chicago mà Chesbrough phải nâng lên hơn là một thành phố của các nước phát triển đương đại. Nếu nhìn vào Chicago và London ngày nay, câu chuyện của 150 năm qua dường như là một tiến bộ hiển nhiên: nước sạch hơn, tỷ lệ tử vong thấp hơn nhiều và dịch bệnh được ngăn chặn hiệu quả. Vậy mà ngày nay có hơn ba tỷ người trên thế giới chưa được tiếp cận với hệ thống nước sạch và vệ sinh cơ bản. Nếu xét thuần túy về số liệu, loài người đang đi lùi. (Năm 1850, dân số thế giới chỉ có một tỷ). Vì thế câu hỏi đặt ra cho chúng ta giờ đây là làm sao để cuộc cách mạng làm sạch đến được cả các khu ổ chuột, chứ không chỉ Đại lộ Michigan. Chúng ta thường cho rằng các khu vực này nên đi theo cùng một con đường được Snow, Chesbrough, Leal và những anh hùng vô danh khác trong lĩnh vực sức khỏe cộng đồng vạch sẵn: họ cần nhà vệ sinh được kết nối với hệ thống cống ngầm giúp xử lý chất thải mà không gây ô nhiễm hồ chứa và bơm ra nước sạch, chảy qua hệ thống phức tạp đến từng hộ gia đình. Tuy nhiên, dân cư của các siêu đô thị này – cùng các nhà cải cách phát triển toàn cầu khác – bắt đầu cho rằng lịch sử không nhất thiết phải lặp lại.



Quảng cáo Clorox

Dù John Leal quyết tâm đến đâu, nếu ra đời sớm hơn một thế hệ, ông sẽ không bao giờ có cơ hội sử dụng clorua vôi để lọc nước của thành phố Jersey, bởi đơn giản là khi đó khoa học và công nghệ cho phép sử dụng hóa chất này chưa ra đời. Bản đồ, thấu kính, ngành hóa học và các đơn vị đo hội tụ ở nửa sau thế kỷ 19 đã cung cấp nền tảng cho thí nghiệm của ông, có lẽ sẽ công bằng khi cho rằng nếu Leal không đưa clo vào sử dụng rộng rãi, chắc chắn sẽ có người làm việc đó trong vòng một thập kỷ trở lại. Một câu hỏi được đặt ra: nếu ý tưởng mới và công nghệ mới giúp hình dung được giải pháp mới, như cách thuyết vi khuẩn và kính hiển vi đã kích hoạt ý tưởng làm sạch nước bằng hóa chất, chắc hẳn từ thời của Leal đã có đủ nguồn cung ý tưởng mới cho phép giữ sạch thành phố theo một mô hình mới, bỏ qua tất cả giai đoạn Đại Kỹ thuật. Và có thể mô hình đó sẽ là chỉ báo cho một tương lai mà tất cả chúng ta cùng chia sẻ. Các nước đang phát triển vốn nổi tiếng với việc bỏ qua phần cơ sở hạ tầng tốn kém sức lao động của điện thoại có dây để “vượt mặt”

những nền kinh tế tiên tiến hơn bằng cách lấy kết nối không dây làm cơ sở cho hạ tầng viễn thông. Biết đâu điều tương tự cũng sẽ xảy ra với hệ thống cống ngầm?

Năm 2011, Quỹ Bill và Melinda Gates công bố một cuộc thi nhằm thay đổi nhận thức của con người về các dịch vụ vệ sinh cơ bản. Cuộc thi được đặt cái tên đáng nhớ là “Reinvent The Toilet Challenge” (Thách thức Tái thiết Nhà vệ sinh). Nó đòi hỏi người tham gia thiết kế các nhà xí hợp vệ sinh, không cần kết nối với hệ thống thoát nước hay điện và quan trọng là chỉ tiêu tốn dưới năm xu mỗi ngày. Đề xuất thắng cuộc là hệ thống nhà vệ sinh đến từ Caltech (Học viện Công nghệ California), sử dụng pin quang điện cung cấp năng lượng cho bộ phận phản ứng điện hóa để xử lý nước thải, sản xuất phân bón cho trồng trọt và năng lượng hyđrô dự trữ được dưới dạng pin nhiên liệu. Đó là một hệ thống khép kín, không cần dây điện, đường cống hay thiết bị xử lý. Đầu vào duy nhất mà mô hình này cần, ngoài ánh sáng mặt trời và chất thải con người, chỉ là muối ăn, được ôxy hóa để tạo thành clo lọc nước.

Nếu John Leal còn sống để nhìn thấy nhà vệ sinh này, ông hẳn chỉ nhận ra được thứ duy nhất là các phân tử clo. Và bởi vì nhà vệ sinh này dựa trên các ý tưởng và công nghệ đã trở thành một phần của sự kề cận khả thi trong thế kỷ 21, các công cụ sẽ giúp chúng ta tránh được các dự án hạ tầng khổng lồ, đắt đỏ và tốn nhân lực. Leal từng cần kính hiển vi, hóa học và thuyết vi khuẩn để làm sạch nước ở Jersey; nay nhà vệ sinh của Caltech cần pin nhiên liệu hyđrô, các tấm quang điện và thậm chí cả những con chip nhẹ, rẻ tiền để theo dõi và điều chỉnh toàn bộ hệ thống.

Trớ trêu thay, chính các bộ vi xử lý lại là phụ phẩm của cuộc cách mạng làm sạch. Chip máy tính là một sáng tạo phức tạp khó hiểu: dù xét đến cùng nó là sản phẩm của trí tuệ con người, nhưng chúng ta gần như không thể hiểu nổi các chi tiết cấu tạo cực nhỏ của nó. Để đo chúng, ta cần thu nhỏ các đơn vị đến micrômét: một phần triệu của mét. Chiều rộng một sợi tóc là khoảng một triệu micrômét. Một tế bào da có kích thước vào khoảng 30 micrômét. Bề ngang một vi khuẩn tả khoảng ba micrômét. Dòng điện chạy trên một con chip qua các mạch và bóng bán dẫn – mang các tín hiệu thể hiện ký tự 0 và 1 của mã nhị phân – có thể chỉ nhỏ bằng một phần mười micrômét. Để chế tạo tại cấp độ cực nhỏ này đòi hỏi các robot đặc biệt và công cụ laser – không có chuyện một con chip được chế tạo thủ công. Song các nhà máy sản xuất chip

cũng cần có một loại công nghệ khác mà chúng ta thường cho là không liên quan tới thế giới công nghệ cao: chúng cần tuyệt đối sạch. Một hạt bụi bám vào một trong những vi mạch silicon tinh xảo này có thể ví như ngọn Everest sừng sững trên đường phố Manhattan vậy.

Nhà máy sản xuất chip như Texas Instruments ở Austin, Texas là một trong những nơi sạch nhất hành tinh. Để vào nhà máy, bạn phải mặc một bộ đồ sạch, từ đầu tới chân được bịt kín bằng các vật liệu vô trùng và không rụng xơ. Song dường như có gì đó trái ngược ở đây. Thông thường khi mặc trang phục sạch cực điểm là bạn đang bảo vệ bản thân trước một môi trường nguy hiểm nào đó: quá lạnh, chứa mầm bệnh hoặc chân không ngoài vũ trụ. Song trong phòng sạch, trang phục ấy giúp bảo vệ không gian khỏi sự ảnh hưởng của bạn. Bạn là nguồn bệnh, đe dọa tới tài nguyên quý giá của con chip sắp chào đời: các nang tóc, biểu bì và chất nhầy vây quanh bạn. Từ góc nhìn của một con chip, mỗi con người là một Pig Pen, một đám mây bụi dơ dáy. Để tắm rửa trước khi bước vào phòng, bạn thậm chí còn không được dùng xà phòng vì hầu hết xà phòng chứa các mùi hương có thể trở thành chất gây ô nhiễm. Như vậy, ngay cả xà phòng cũng bị coi là bẩn trong một căn phòng sạch.

Có một liên tưởng lạ lùng đến từ căn phòng sạch, nó đưa ta trở về với những người tiên phong đấu tranh để làm sạch nguồn nước uống đô thị như Ellis Chesbrough, John Snow hay John Leal. Sản xuất vi chip cũng cần một lượng nước lớn, có điều thứ nước này khác một cách căn bản với nước uống từ vòi. Để tránh tạp chất, các nhà máy chế tạo chip sẽ tạo ra nước tinh khiết, không chỉ lọc vi khuẩn mà cả các khoáng chất, muối và ion ngẫu nhiên có trong nước lọc thông thường. Sau khi đã loại bỏ tất cả các “tác nhân ô nhiễm”, như tên gọi của nó, nước siêu sạch là dung môi lý tưởng cho các vi chip. Nhưng các thành phần mất đi cũng khiến loại nước này không thể uống được vì nó sẽ đẩy chất khoáng ra khỏi cơ thể. Đó là một một vòng tuần hoàn về chuyện làm sạch: ở thế kỷ 19, một trong các ý tưởng khoa học kỹ thuật thiên tài nhất giúp chúng ta thanh lọc nước bẩn để uống. Và ngày nay, 150 năm sau, chúng ta lại tạo ra thứ nước quá sạch đến mức không uống được!



Bên trong nhà máy Texas Instruments

Đứng trong một căn phòng sạch, tâm trí ta tự nhiên sẽ miên man về những cống ngầm bên dưới đường phố, hai thái cực của lịch sử làm sạch. Để xây dựng thế giới hiện đại, chúng ta phải tạo ra một không gian ghê tởm khó tưởng tượng, một dòng sông ngầm bẩn thỉu, và cách ly nó khỏi đời sống hằng ngày. Và cùng lúc đó, để có cuộc cách mạng kỹ thuật số, chúng ta phải tạo ra một môi trường siêu sạch và một lần nữa cách ly nó khỏi đời sống hằng ngày. Chúng ta không bao giờ đặt chân đến các môi trường này nên hầu như cũng không có nhận thức gì về chúng. Chúng ta ca tụng các thành tựu khả kiến mà chúng đem lại – các tòa nhà chọc trời và máy tính ngày một mạnh hơn – chứ không ca tụng các cống rãnh và căn phòng sạch. Nhưng thành tựu của chúng luôn hiện diện quanh ta.

Chương 5Thời gian

Vào tháng 10 năm 1967, một nhóm các nhà khoa học từ khắp nơi trên thế giới đã tụ họp tại Paris để dự một hội nghị với cái tên giản dị "The General Conference Of Weights And Measures" (Hội nghị về Khối lượng và Đo lường). Nếu bạn đã từng có may mắn đáng hoài nghi là tham dự một hội nghị khoa học, chắc hẳn bạn biết các cuộc họp kiểu này diễn ra như thế nào: các tham luận được trình bày, rồi một loạt thảo luận theo tiểu ban, đôi lúc bị cắt ngang để khách mời giao lưu; ngoài ra còn có các cuộc tán gẫu và ẩu đả trong quầy bar khách sạn vào ban đêm; mọi người nói chung đều khá vui vẻ song không đạt được nhiều kết quả. Nhưng "Hội nghị về Khối lượng và Đo lường" đã phá vỡ truyền thống đáng quý của các hội nghị trước đây. Ngày 13 tháng 10 năm 1967, những người tham gia đã đồng tình thay đổi các quan niệm cốt lõi về thời gian.

Trong lịch sử loài người, thời gian phần lớn được tính bằng cách theo dõi nhịp điệu thần thánh của các thiên thể. Giống như Trái đất, cảm nhận về thời gian của con người cũng xoay quanh Mặt trời. Ngày được tính dựa trên chu kỳ Mặt trời mọc và Mặt trời lặn, tháng dựa trên chu kỳ Mặt trăng và năm dựa trên nhịp điệu chậm rãi nhưng dự đoán được của các mùa. Dẫu vậy, trong suốt một thời gian dài, chúng ta đã hiểu lầm nguyên lý của các mô hình này, cho rằng Mặt trời xoay quanh Trái đất chứ không phải điều ngược lại. Dần dần, chúng ta xây dựng các công cụ đo đạc thời gian dễ dự đoán hơn: sử dụng đồng hồ mặt trời để theo dõi các khoảng thời gian trong một ngày, sử dụng các đài quan sát bầu trời như Stonehenge để theo dõi các ngày quan trọng trong mùa như hạ chí. Sau đó, chúng ta bắt đầu chia thời gian thành các đơn vị ngắn hơn – giây, phút, giờ – dựa trên hệ đếm cơ số 12 được lưu truyền từ thời Ai Cập và Sumer cổ đại. Thời gian được xác định bằng cách chia một phút tương đương 1/60 giờ, một giờ tương đương 1/24 ngày. Và một ngày đơn giản là khoảng thời gian giữa hai thời điểm Mặt trời lên đỉnh.

Song cách đây khoảng 60 năm, khi công cụ đo thời gian dần trở nên chính xác hơn, chúng ta bắt đầu nhận ra các khiếm khuyết trong cách đo đạc thời gian nhờ quan sát bầu trời. Chiếc đồng hồ bầu trời tỏ ra có phần thiếu ổn định. Đó cũng là vấn đề đặt ra cho "Hội nghị về Khối lượng và Đo lường" được tổ chức vào năm 1967. Nếu con người muốn đo lường chính xác thời

gian, chúng ta phải đánh đổi thực thể lớn nhất trong Hệ Mặt trời để lấy một trong những thực thể nhỏ bé nhất.

NẾU ĐO LƯỜNG THUẦN TÚY bằng sự quan tâm của du khách, Nhà thờ chính tòa Pisa sẽ lu mờ trước người hàng xóm nghiêng nổi tiếng của mình. Nhưng ngôi nhà thờ ngàn năm tuổi với mặt tiền lát đá trắng và cẩm thạch rực rỡ này là kiến trúc ấn tượng hơn so với tòa tháp chuông nghiêng bên cạnh. Từ sàn giáo đường nhìn lên các bức tranh trần tuyệt đẹp từ thế kỷ 14 trên mái vòm, bạn sẽ xao lãng đôi phút và cuối cùng mối tương giao với thời gian của bạn sẽ thay đổi. Treo trên trần nhà là một bộ đèn chùm. Chúng nay đã im lìm song trong truyện kể vào năm 1583, khi cậu sinh viên 19 tuổi của Đại học Pisa tham dự một buổi cầu nguyện tại nhà thờ, mơ màng trên băng ghế dài và bỗng thấy một trong số các ngọn đèn thờ lắc qua lại. Trong lúc các bạn đồng môn chăm chú đọc Kinh Tin Kính, cậu sinh viên như bị thôi miên bởi chuyển động đều đặn của ngọn đèn. Cho dù vòng cung lớn đến đâu, dường như chiếc đèn luôn mất cùng một khoảng thời gian để dao động. Khi vòng cung thu ngắn, tốc độ của chiếc đèn cũng giảm đi tương ứng. Để kiểm chứng quan sát của mình, cậu bèn đo lường dao động của chiếc đèn bằng thứ đồng hồ đáng tin nhất mà cậu có: nhịp tim.

Đa số thanh niên 19 tuổi tìm những cách ít tính khoa học hơn để phân tâm khi dự thánh lễ Misa nhưng cậu sinh viên năm nhất kia lại là Galileo Galilei. Đừng bất ngờ gì về việc Galileo mơ mộng về thời gian và nhịp điệu bởi cha ông là một nhà lý luận âm nhạc và chơi đàn luýt. Vào giữa thế kỷ 16, chơi đàn là một trong các hoạt động biểu thị thời gian chính xác nhất trong văn hóa hằng ngày. (Thuật ngữ âm nhạc “tempo” có nghĩa là “nhịp” bắt nguồn từ một từ chỉ thời gian trong tiếng Ý.) Nhưng ở thời của Galileo, chưa có công cụ cho ra nhịp chính xác vì tận vài thế kỷ sau, máy đếm nhịp mới được phát minh. Do đó, việc quan sát chiếc đèn lắc lư đều đặn đã gieo một ý tưởng vào chàng trai Galileo. Tuy nhiên, như thường lệ, phải mất hàng thập kỷ để hạt mầm nảy nở thành một thứ gì hữu ích.



Lịch La Mã. Người Etrusca cổ đại đã phát triển loại lịch tuần tám ngày, khoảng thế kỷ 8 đến thế kỷ 7 trước Công nguyên

Galileo dành 20 năm tiếp theo của đời ông để theo đuổi sự nghiệp toán học,

thử nghiệm với kính thiên văn và ít nhiều đã kiến tạo khoa học hiện đại. Tuy vậy, câu chuyện về chiếc đèn lắc lư vẫn hiện hữu trong tâm trí ông. Càng ngày ông càng bị ám ảnh bởi động lực học và việc các vật thể di chuyển trong không gian, vì thế ông quyết định tạo ra một con lắc để tái hiện những gì mình quan sát được ở Nhà thờ chính tòa Pisa nhiều năm trước. Ông nhận ra thời gian con lắc dao động không phụ thuộc vào kích thước, khối lượng của vật, mà phụ thuộc duy nhất vào độ dài của dây. Galileo viết trong thư gửi nhà khoa học đồng nghiệp Giovanni Battista Baliani: "Đặc tính kỳ diệu của con lắc là tạo ra mọi dao động, dù lớn hay nhỏ, trong các khoảng thời gian bằng nhau."

Khoảng thời gian bằng nhau. Ở thời Galileo, bất kỳ hiện tượng tự nhiên hay thiết bị cơ khí nào biểu thị nhịp điệu chính xác đều được cho là kỳ diệu. Hầu hết thành phố ở Ý khi đó đã có đồng hồ cơ khí lớn nhưng chúng không chính xác và cần được hiệu chỉnh thường xuyên căn cứ vào mặt trời, nếu không sẽ chậm khoảng 20 phút mỗi ngày. Nói cách khác, kỹ thuật đo thời gian tiên tiến nhất khi ấy gặp khó khăn ngay cả việc đảm bảo tính chính xác ở cấp độ ngày. Ý tưởng về một chiếc đồng hồ chính xác đến từng giây thật lố bịch.

Lố bịch và dường như là không cần thiết. Giống như vụ kinh doanh nước đá của Frederic Tudor, đó là một phát kiến không có thị trường tự nhiên. Bạn không thể đảm bảo thời gian chính xác vào giữa thế kỷ 16, nhưng cũng chẳng ai thật sự để tâm bởi vì họ không có nhu cầu chia nhỏ thời gian chính xác đến từng giây. Họ không bắt xe buýt, xem vô tuyến hay dự hội đàm. Chỉ cần biết tương đối giờ giấc trong ngày, bạn vẫn sống ổn.

Nhu cầu về độ chính xác đến từng giây không đến từ lịch mà từ bản đồ. Đây rốt cuộc là kỷ nguyên vĩ đại đầu tiên của hàng hải toàn cầu. Được Columbus truyền cảm hứng, những con tàu đang dong buồm tới miền đất hứa châu Mỹ, với cả núi gia tài đón đợi người vượt biển thành công. (Và chắc chắn tử thần đón lõng kẻ lạc đường.) Nhưng các thủy thủ không biết cách nào để định vị kinh độ trên biển, còn vĩ độ thì được ước chừng bằng cách quan sát bầu trời. Trước khi xuất hiện các kỹ thuật hàng hải hiện đại, cách duy nhất để tìm được kinh độ của tàu là dựa vào hai chiếc đồng hồ. Một chiếc đặt theo thời gian chính xác tại điểm xuất phát (giả sử đã biết kinh độ của điểm đó). Chiếc còn lại chỉ thời gian tại vị trí hiện tại trên biển. Sự chênh lệch thời gian giữa hai đồng hồ sẽ cho biết sự thay đổi vị trí con tàu theo kinh độ: đồng hồ lệch

bốn phút khi tàu tiến thêm một kinh độ.



Chiếc đèn đung đưa trong Nhà thờ chính tòa Pisa

Khi trời quang, các thủy thủ có thể dễ dàng chỉnh đồng hồ trên tàu nhờ đọc chính xác theo vị trí Mặt trời. Song vấn đề nằm ở chỗ, chiếc đồng hồ chỉ giờ tại điểm xuất phát. Mỗi ngày chiếc đồng hồ ấy lại chậm 20 phút nên chỉ tới ngày thứ hai của hành trình, trên thực tế, nó đã trở nên vô dụng. Khắp châu Âu, người ta treo thưởng lớn cho ai có thể giải quyết vấn đề xác định kinh độ trên biển: Vua Philip III của Tây Ban Nha treo thưởng một khoản lương trọn đời trả bằng tiền vàng, trong khi ở Anh, giải thưởng Kinh độ nức tiếng có giá trị một triệu đô tính theo thời giá hiện nay. Sự cấp bách của vấn đề và phần thưởng cực lớn đã thôi thúc Galileo tiếp tục theo đuổi lý thuyết “khoảng thời gian bằng nhau” đã ăn vào óc tưởng tượng của ông từ năm 19 tuổi. Dựa vào quan sát thiên văn, ông cho rằng hiện tượng nhật thực định kỳ của các vệ tinh Mộc tinh sẽ giúp ích cho các nhà hàng hải xác định thời gian trên biển. Nhưng phương pháp của ông quá phức tạp (và không chính xác như kỳ vọng). Cuối cùng, ông quay trở lại nghiên cứu con lắc.

Sau 58 năm mày mò, linh cảm chậm của Galileo về “đặc tính kỳ diệu” của con lắc rốt cuộc đã định hình. Ý tưởng này nằm ở giao điểm của nhiều lĩnh vực và mối quan tâm: hồi ức của Galileo về chiếc đèn, nghiên cứu của ông về chuyển động và các vệ tinh của Mộc tinh, sự trỗi dậy của ngành hàng hải toàn cầu và nhu cầu mới về những chiếc đồng hồ chính xác tới từng giây. Vật lý, thiên văn học, hàng hải và mơ mộng thuở nào của chàng sinh viên trẻ: tất cả các dòng chảy khác nhau này đã hội tụ trong ông. Với sự hỗ trợ của người con trai, Galileo bắt tay vào xây dựng kế hoạch tạo ra chiếc đồng hồ quả lắc đầu tiên.



Galileo Galilei

Cuối thế kỷ sau, đồng hồ quả lắc đã phổ biến khắp châu Âu, nhất là tại Anh – ở văn phòng, quảng trường và cả những gia đình khá giả. Trong một tiểu luận xuất sắc về thời gian và công nghiệp hóa được xuất bản vào cuối thập niên

1960, nhà sử học người Anh E. P. Thompson đã nhận xét rằng trong văn học ở giai đoạn này, chi tiết một người mua đồng hồ bỏ túi là hàm ý người đó đã nâng địa vị kinh tế - xã hội của mình lên một hoặc hai nấc. Song những chiếc đồng hồ mới này không đơn thuần là phụ kiện thời trang. Chính xác gấp trăm lần các loại cũ – chỉ chậm hoặc nhanh vài phút mỗi tuần – đồng hồ quả lắc đã đem lại sự thay đổi tri giác thời gian vẫn còn hiện hữu trong đời sống hôm nay.

KHI NGHĨ VỀ công nghệ đã tạo ra cuộc cách mạng công nghiệp, chúng ta lập tức hình dung ra các động cơ hơi nước ồn ào và máy dệt hơi nước. Song bên dưới các tạp âm nhà máy, một âm thanh nhẹ nhàng hơn nhưng không kém phần quan trọng luôn hiện hữu khắp nơi: tiếng tích tắc của đồng hồ quả lắc lặng lẽ đếm giờ.

Hãy thử tưởng tượng về một lịch sử thay thế, nơi bất luận thế nào, công nghệ đếm giờ cũng không thể bắt kịp sự phát triển của các loại máy móc khác cùng thời. Liệu cách mạng công nghiệp có bùng nổ? Bạn có lý do hợp lý để trả lời rằng “không”. Nếu không có đồng hồ, pha cất cánh của công nghiệp giữa thế kỷ 18 khởi đầu từ Anh sẽ tốn nhiều thời gian hơn để đạt tốc độ thoát ly. Những chiếc đồng hồ chính xác xác định kinh độ trên biển giúp giảm thiểu đáng kể rủi ro của hệ thống vận tải toàn cầu, mang lại cho các nhà công nghiệp đầu tiên nguồn nguyên liệu thô ổn định và tiếp cận với thị trường nước ngoài. Vào cuối thế kỷ 17, đầu thế kỷ 18, những chiếc đồng hồ chính xác nhất được làm ra tại Anh, tạo ra một môi trường lành nghề về sản xuất công cụ chính xác. Điều đó tỏ ra cực kỳ hữu ích khi nhu cầu về đổi mới công nghiệp xuất hiện, cũng như sự thuần thục kỹ thuật làm thủy tinh và sản xuất thấu kính đã mở cửa cho kính thiên văn và kính hiển vi. Người thợ đồng hồ do vậy chính là người canh giữ tiền tiêu cho kỹ thuật công nghiệp sau này.



Bản vẽ đồng hồ quả lắc của nhà vật lý, toán học, thiên văn học, triết học người Ý, Galileo Galilei, 1638 - 1659

Hơn bất cứ thứ gì khác, đời sống công nghiệp mới cần thời gian đồng hồ để điều chỉnh một ngày làm việc mới. Trong nền kinh tế nông nghiệp hay phong kiến lạc hậu, đơn vị của thời gian gần như đồng nhất với lượng thời gian cần để hoàn tất công việc. Một ngày không được chia ra thành từng đơn vị toán

học chính xác hay trừu tượng mà được chia thành chuỗi hành động: thay vì 15 phút, thời gian sẽ được ước tính bằng thời lượng cần để vắt sữa bò hay đóng đế đôi giày mới. Thay vì được trả theo giờ, người làm công được trả theo sản phẩm làm ra – thường gọi là "khoán" – và lịch làm việc của họ vô nguyên tắc đến nực cười. Thompson trích dẫn nhật ký của một người thợ dệt khoảng năm 1782 - 1783 như một thí dụ về tính phân tán của lao động thời tiền công nghiệp:

Vào một ngày mưa, anh có thể dệt được 8½ thước vải; vào ngày 14 tháng 10, anh mang theo tấm thảm đã hoàn thành, vì thế chỉ dệt được 4¾ thước; ngày 23, anh làm việc tới tận ba giờ, dệt hai thước trước khi mặt trời lặn. Ngoài công việc thu hoạch, đánh sữa, dựng hàng rào, làm vườn, chúng ta còn thấy phần ghi chép: "Dệt 2½ thước thì bò đẻ nên cần trông chừng nhiều hơn." Ngày 25 tháng 1, anh dệt hai thước rồi đi bộ tới làng bên "và làm việc lặt vặt với chiếc máy tiện trong sân, rồi đến tối lại ngồi viết thư". Những công việc khác mà người này làm bao gồm đánh xe ngựa, hái anh đào, làm việc ở nhà máy xay, tham dự một hội thánh và đi xem treo cổ.

Hãy thử nghĩ tới việc đi làm thời hiện đại theo một thứ đồng hồ như thế. (Đến môi trường Google vốn nổi tiếng phóng khoáng cũng không chịu nổi mức lập dị đó.) Với một nhà tư bản luôn ra sức đồng bộ công việc của hàng trăm công nhân theo nhịp độ của máy móc, thì lối làm việc ngẫu hứng như trên không thể quản lý nổi. Vì thế, để tạo ra một nguồn nhân lực có thể làm được việc đòi hỏi sự tái tạo sâu sắc nhận thức về thời gian của con người. Nhà sản xuất gốm Josiah Wedgwood, chủ sở hữu một nhà máy ở Birmingham trong buổi sơ khai của nước Anh công nghiệp, cũng là người đầu tiên thực thi quy định "điểm danh" cho mỗi ngày làm việc. (Cụm từ song nghĩa dễ thương "chấm công" chắc hẳn sẽ vô nghĩa với bất cứ ai sinh trước năm 1700.) Toàn bộ ý tưởng về tiền lương trả theo giờ – nay phổ biến rộng khắp trong thế giới hiện đại – đều bắt nguồn từ chế độ về thời gian trong thời đại công nghiệp. Thompson viết: "Người chủ phải sử dụng thời gian của người lao động và không để lãng phí... Thời gian giờ đây là tiền bạc, nó không trôi đi mà được sử dụng."

Với những thế hệ đầu tiên sống qua giai đoạn chuyển đổi này, việc phát minh ra "kỷ luật thời gian" khiến họ hết sức mất phương hướng. Ngày nay, hầu hết các nước phát triển – và ngày càng nhiều người ở các nước đang phát triển –

đều thích nghi với chế độ làm việc theo giờ nghiêm ngặt từ khi còn nhỏ. (Ở bất cứ lớp mẫu giáo nào, bạn cũng sẽ thấy sự chú trọng vào việc giải thích và củng cố thời gian biểu thiết lập sẵn mỗi ngày.) Nhịp điệu tự nhiên của công việc và giải trí đã bị một tấm lưới trừu tượng thay thế một cách ép buộc.



Đồng hồ hàng hải ở Clockmaker’s Museum (Bảo tàng Thợ chế tác đồng hồ) tại Guildhall, London

Khi sống cả đời trong tấm lưới đó, bạn sẽ coi đó là bản năng thứ hai, song nếu lần đầu trải nghiệm, bạn sẽ giống những người công nhân ở nửa sau thế kỷ 18 của nước Anh công nghiệp, đó thực sự là cú sốc đối với cả hệ thống. Đồng hồ không chỉ là công cụ giúp bạn sắp xếp các hoạt động trong ngày mà còn là một thứ phiền toái hơn thế: “đồng hồ đếm giờ chết chóc” trong cuốn Hard Times (Thời gian khó) của Dickens “đếm từng giây với nhịp điệu như tiếng búa trên nắp quan tài”.

Dĩ nhiên, chế độ mới đã làm dấy lên làn sóng phản đối. Nó không đến chủ yếu từ công nhân – những người làm việc dưới sự áp bức của đồng hồ qua đòi hỏi khắt khe làm thêm giờ hay ngày làm việc ngắn hơn – mà từ các nhà mỹ học. Để gia nhập vào trường phái Lãng mạn đầu thế kỷ 19, bạn phải phần nào thoát khỏi bá quyền ngày một lớn mạnh của giờ đồng hồ: đi ngủ muộn, ngao du khắp thành phố, từ chối sống theo các “đồng hồ đếm giờ” đang thống trị đời sống kinh tế. Trong tiểu thuyết The Prelude (Khúc dạo đầu), Wordsworth tuyên bố sẽ tách rời khỏi “những kẻ canh giữ thời gian của chúng ta”:

Những kẻ chỉ đường, những cai ngục của thời đại chúng ta

Những gã quản gia trông coi người lao động,

Thận trọng, khéo léo cho vay nặng lãi thời gian

Những kẻ khôn ngoan, bằng tài nhìn xa, sẽ kiểm soát mọi sự cố và bó buộc chúng ta như những cỗ máy vào con đường do họ đã biến thành quen thuộc...

Kỷ luật thời gian của đồng hồ quả lắc đã chiếm dòng chảy phi chính thống

của kinh nghiệm và gò nó vào một tấm lưới toán học. Nếu thời gian là một dòng sông, đồng hồ quả lắc đã chia nó thành một con kênh với các chốt chặn cách đều nhau cho phù hợp với nhịp điệu của nền công nghiệp. Một lần nữa, tiến bộ trong khả năng đo lường mọi thứ hóa ra cũng quan trọng như khả năng tạo ra chúng.



Công nhân chấm công ở nhà máy Rouge của hãng sản xuất ô tô Ford

Quyền đo đếm thời gian không được phân phối đồng đều trong xã hội: đồng hồ bỏ túi vẫn là mặt hàng xa xỉ cho đến giữa thế kỷ 19, khi con trai của người thợ đồng hồ Aaron Dennison sống tại Massachusetts đã học được quy trình sản xuất vũ khí dùng các bộ phận được chuẩn hóa, có thể thay thế cho nhau và áp dụng các kỹ thuật đó vào chế tạo đồng hồ. Lúc này, công nghệ làm đồng hồ tiên tiến bao gồm hơn 100 công đoạn khác nhau: một người làm vít theo từng kích thước bằng cách xoay một miếng thép trên một sợi dây; một người khác khắc chữ lên mặt đồng hồ, cùng nhiều công đoạn khác. Dennison nhận ra cần phải có máy chế tạo các ốc vít nhỏ giống hệt nhau, để có thể lắp được vào mọi chiếc đồng hồ cùng mẫu mã và một chiếc máy có thể khắc vỏ đồng hồ với tốc độ chính xác. Ý tưởng của ông sau đó bị phá sản một, hai lần và báo chí địa phương chế nhạo ông bằng cái tên “the Lunatic of Boston” (Gã lú của Boston). Nhưng cuối cùng, vào đầu thập niên 1860, Dennison đã nảy ra ý tưởng chế tạo đồng hồ giá rẻ, không gắn đá quý trang trí như đồng hồ bỏ túi truyền thống. Đó là chiếc đồng hồ đầu tiên hướng tới thị trường đại chúng chứ không phải giới thượng lưu.

Đồng hồ Wm. Ellery của Dennison, được đặt theo tên William Ellery – một trong những người đặt bút ký bản Tuyên ngôn độc lập Mỹ, lập tức đã trở thành một cú đột phá, nhất là với những binh sĩ trong Nội chiến. Hơn 160.000 chiếc đã được bán ra, thậm chí cả Tổng thống Abraham Lincoln cũng mang một chiếc “Wm. Ellery”. Dennison đã biến một mặt hàng xa xỉ trở thành một sản phẩm thiết yếu. Năm 1850, một chiếc đồng hồ trung bình có giá 40 đô-la; năm 1878, một chiếc đồng hồ không gắn đá quý của Dennison chỉ có giá 3,5 đô-la.

Giữa lúc đồng hồ trở nên phổ biến trên khắp nước Mỹ, Richard Warren Sears, nhân viên đường sắt bang Minnesota, tình cờ có được chiếc hộp chứa

những chiếc đồng hồ không được ưa thích từ một thợ kim hoàn địa phương và đã thu được món hời lớn khi bán cho các đồng nghiệp. Lấy cảm hứng từ thành công này, Richard đã bắt tay hợp tác với một thương gia ở Chicago có tên Alvah Roebuck, cùng nhau tung ra một ấn phẩm đặt hàng qua đường bưu điện liệt kê các mẫu đồng hồ: đó chính là Sears-Roebuck Catalog. Các cuốn catalog đặt hàng gửi qua đường bưu điện nặng gần bảy kilogram có làm trĩu hòm thư của bạn? Chúng đều khởi đầu từ món đồ cần-có ở nửa sau thế kỷ 19: chiếc đồng hồ bỏ túi bình dân.



Chân dung Aaron Lufkin Dennison

KHI DENNISON LẦN ĐẦU TIÊN nghĩ đến việc dân chủ hóa thời gian ở Mỹ, trên một phương diện trọng yếu, chiếc đồng hồ của giai đoạn này vẫn lộn xộn một cách đáng buồn. Giờ địa phương – ở các thành phố và thị trấn khắp nước Mỹ – lúc này đã chính xác đến từng giây, nhất là khi bạn nhìn vào những chiếc đồng hồ ở nơi công cộng, nơi kỷ luật thời gian đặc biệt quan trọng. Nhưng lại có hàng nghìn giờ địa phương khác nhau theo đúng nghĩa đen. Giờ đồng hồ đã được dân chủ hóa nhưng chưa được chuẩn hóa. Nhờ Dennison, đồng hồ đã lan tỏa khắp nơi song lại chạy theo thời gian khác nhau. Ở Mỹ, mỗi ngôi làng, thị trấn lại hoạt động với nhịp độ độc lập theo giờ của mình – những chiếc đồng hồ được chỉnh theo vị trí của Mặt trời. Nếu ta đi về phía tây hoặc đông dù chỉ vài dặm, thời gian cũng sẽ thay đổi vì tương quan của bạn với Mặt trời thay đổi. Bạn có thể đứng lúc 6:00 tối ở một thành phố, nhưng chỉ cách đó ba thị trấn, giờ chính xác sẽ là 6:05. Cách đây 150 năm, nếu hỏi giờ thì bạn sẽ nhận được ít nhất 23 câu trả lời khác nhau ở bang Indiana, 27 câu trả lời ở bang Michigan và 38 câu trả lời ở bang Wisconsin.

Điều bất thường nhất của sự thiếu quy củ này là không ai để ý đến nó cả. Bạn không thể nói chuyện trực tiếp với những người cách mình ba thành phố và để đến được đó sẽ mất một, hai giờ đi trên những con đường xấu với tốc độ rùa bò. Do đó, ít phút chênh lệch mờ nhạt giữa các đồng hồ ở mỗi thành phố thậm chí cũng không thể hiện rõ. Nhưng khi con người (và thông tin) bắt đầu di chuyển nhanh hơn, sự thiếu chuẩn hóa về thời gian bất ngờ trở thành một vấn đề lớn. Điện tín và đường sắt đã hé lộ sự mơ hồ của giờ đồng hồ không

chuẩn hóa, cũng như vài thế kỷ trước, phát minh ra sách in đã hé lộ cho thế hệ độc giả châu Âu đầu tiên biết họ cần kính mắt.



Một người lính với chiếc đồng hồ bỏ túi, thập niên 1860 (Thư viện Quốc hội Hoa Kỳ)

Tàu di chuyển về phía đông hoặc tây, tức theo kinh độ, nhanh hơn Mặt trời di chuyển trên bầu trời nên cứ mỗi giờ đi tàu, bạn sẽ phải chỉnh đồng hồ bốn phút. Thêm nữa, mỗi ga đường sắt lại vận hành theo đồng hồ riêng, điều đó đồng nghĩa mỗi chuyến đi ở thế kỷ 19 đòi hỏi việc tính toán nhanh và phức tạp. Bạn rời New York lúc 8:00 sáng theo giờ ở đây, tức 8:05 theo giờ ở ga Columbia, và đến Baltimore sau ba giờ, lúc 10:54 giờ Baltimore, chính xác là 11:05 theo giờ Columbia, nơi bạn chờ mười phút và tương đương 11:01 ở ga B&O (Baltimore và Ohio), tới Wheeling (Tây Virgina), vào 10:49 nếu tính giờ Wheeling và 11:10 nếu đồng hồ của bạn vẫn theo giờ New York. Thú vị là tất cả những giờ khác nhau ấy đều đúng, ít nhất nếu ta căn cứ vào vị trí của Mặt trời trên bầu trời. Xác định thời gian theo Mặt trời thật dễ dàng nhưng đường sắt đã khiến nó trở nên thật phiền phức.

Vào cuối thập niên 1840, người Anh đã giải quyết vấn đề này bằng cách chuẩn hóa toàn quốc theo Giờ Trung bình Greenwich (GMT) và đồng bộ hóa đồng hồ tại các nhà ga bằng điện tín. (Ngày nay, đồng hồ ở tất cả trung tâm kiểm soát không lưu và buồng lái trên thế giới đều báo giờ Greenwich, vì thế GMT chính là múi giờ duy nhất trên bầu trời.) Tuy nhiên nước Mỹ quá rộng lớn để chỉ tuân theo một múi giờ, đặc biệt là sau khi tuyến đường sắt xuyên lục địa được mở năm 1869. Với 8.000 thành phố có giờ riêng và trên 160.000 km đường ray xe lửa kết nối chúng, nhu cầu về một hệ thống chuẩn hóa trở nên cấp bách. Suốt vài thập kỷ, có không ít đề xuất chuẩn hóa thời gian được đưa ra song đều không thành hiện thực. Rào cản hậu cần để điều phối các lịch trình và đồng hồ quá lớn; và theo cách nào đó, việc chuẩn hóa thời gian dường như đã gợi nên cảm giác phẫn nộ kỳ lạ giữa những người bình dân như thể đó là hành động trái tự nhiên. Một tờ báo ở Cincinnati đã có bài xã luận phản đối giờ tiêu chuẩn: “Thật lố bịch, hãy để cư dân Cincinnati tuân theo chân lý được viết ra bởi Mặt trời, Mặt trăng và các vì sao.”

Lên dây cót một chiếc đồng hồ Dennison cỡ đại (mỗi năm một lần) ở quảng trường Holborn, London

Nước Mỹ vẫn bị thách thức về thời gian cho tới tận đầu thập niên 1880 khi viên kỹ sư đường sắt William F. Allen tìm ra giải pháp. Là người điều phối lịch trình đường sắt, Allen hiểu hệ thống thời gian bấy giờ rắc rối đến mức nào. Trong hội nghị ngành đường sắt tổ chức năm 1883 tại St. Louis, Allen đã trình ra một bản đồ đề xuất chuyển từ hơn 50 giờ đường sắt khác biệt về bốn múi giờ cơ bản, hiện vẫn đang được sử dụng: Miền Đông, Trung Tâm, Miền Núi và Thái Bình Dương. Allen đã thiết kế một bản đồ, trong đó ranh giới giữa các múi giờ địa phận đi theo đường zig-zag tương ứng với nút kết nối của những tuyến đường sắt lớn, chứ không chạy thẳng theo đường kinh tuyến.

Bị kế hoạch của Allen thuyết phục, các chủ hãng đường sắt cho anh chín tháng để biến nó thành hiện thực. Anh tung ra một chiến dịch mạnh mẽ, dùng cả lý lẽ và áp lực để thuyết phục các quan sát viên và hội đồng thành phố. Đó là một chiến dịch thách thức khác thường nhưng bằng cách nào đó Allen đã thành công. Ngày 18 tháng 11 năm 1883, nước Mỹ đã trải một ngày kỳ lạ nhất trong lịch sử, về sau được gọi là “ngày có hai buổi trưa”. Giờ chuẩn Miền Đông, như Allen xác định, chậm hơn giờ địa phương New York chính xác bốn phút. Vào ngày tháng 11 đó, chuông nhà thờ Manhattan rung báo buổi trưa New York theo giờ cũ; và bốn phút sau đó, buổi trưa thứ hai được thông báo bằng hồi chuông thứ hai: 12 giờ trưa đầu tiên giờ chuẩn Miền Đông (EST). Buổi trưa thứ hai được thông báo trên cả nước qua điện tín, cho phép các tuyến đường sắt, các quảng trường đổ mãi đến tận Thái Bình Dương đồng bộ thời gian của họ.

Một năm sau, GMT được chọn làm giờ quốc tế, theo đó thế giới được chia thành nhiều múi giờ khác nhau. Thế giới bắt đầu bứt ra khỏi nhịp điệu vũ trụ của Hệ Mặt trời. Quan sát Mặt trời không còn là cách xem giờ chính xác nhất. Thay vào đó, các xung điện chạy qua dây điện tín từ những thành phố xa xôi đã giữ cho đồng hồ chúng ta luôn đồng bộ.

MỘT TRONG NHỮNG ĐẶC ĐIỂM KỲ LẠ của việc đo lường thời gian là nó không thuộc về riêng lĩnh vực khoa học nào. Thực tế, mỗi bước tiến về

khả năng đo lường thời gian lại liên quan đến sự thay đổi từ lĩnh vực này sang lĩnh vực khác. Chuyển đổi từ đồng hồ mặt trời sang đồng hồ quả lắc là bước chuyển từ thiên văn học sang động lực học – lĩnh vực vật lý về chuyển động. Cuộc cách mạng về thời gian tiếp sau phụ thuộc vào cơ-điện tử. Dù vậy, các cuộc cách mạng đó đều có chung một kiểu khám phá: các nhà khoa học phát hiện một hiện tượng tự nhiên nào đó thể hiện xu hướng tạo các "khoảng thời gian bằng nhau" như Galileo từng quan sát được ở chiếc đèn và không lâu sau, một loạt các nhà phát minh và kỹ sư bắt đầu sử dụng nhịp điệu mới này để đồng bộ thiết bị của họ. Trong thập niên 1880, Pierre và Jacques Curie lần đầu tiên phát hiện ra tính chất thú vị của một số tinh thể nhất định, trong đó có thạch anh, thứ vật chất từng đem lại đột phá cho các thợ thủy tinh trên đảo Murano: chúng rung ở một tần số ổn định khi có áp lực. (Tính chất này được gọi là hiệu ứng "áp điện".) Hiện tượng đó còn rõ hơn khi cho dòng điện xoay chiều chạy qua tinh thể.

Khả năng giãn nở và thu nhỏ trong những "khoảng thời gian bằng nhau" của tinh thể thạch anh lần đầu được các kỹ sư vô tuyến khai thác vào thập niên 1920, họ sử dụng nó để khóa truyền dẫn radio vào những tần số thích hợp. Năm 1928, W.A. Marrison, nhà phát minh của Phòng thí nghiệm Bell, đã chế tạo thành công chiếc đồng hồ đầu tiên có thể đếm giờ nhờ các rung động đều đặn của tinh thể thạch anh. Đồng hồ thạch anh chỉ sai số 1/1000 giây mỗi ngày; và so với đồng hồ quả lắc, nó ít nhạy cảm với sự thay đổi nhiệt độ môi trường và độ ẩm không khí, chưa kể các chuyển động khác. Một lần nữa, độ chính xác trong đo lường thời gian đã tăng lên vài chục lần.

Chỉ vài thập niên sau phát minh của Marrison, đồng hồ thạch anh trở thành thiết bị đếm giờ mặc định cho mục đích khoa học và công nghiệp. Giờ chuẩn tại Mỹ được đếm bằng đồng hồ thạch anh từ những năm 1930. Nhưng đến những năm 1970, công nghệ này đã trở nên rẻ đến mức có thể sản xuất đại trà, với sự ra đời của những chiếc đồng hồ đeo tay thạch anh đầu tiên. Ngày nay, gần như tất cả mọi thiết bị gia dụng đều có gắn đồng hồ: lò vi ba, đồng hồ báo thức, ô tô – tất cả đều hoạt động dựa trên khoảng thời gian bằng nhau do hiệu ứng áp điện của thạch anh. Sự chuyển biến này có thể tiên liệu được. Có người đã phát minh ra một chiếc đồng hồ hảo hạng và các sản phẩm ban đầu quá đắt cho người tiêu dùng phổ thông. Dần dần, giá cả giảm xuống và đồng hồ được bán đại trà. Chuyện này không có gì bất ngờ. Một lần nữa, bất ngờ lại đến từ điều mà thoạt nghe không liên quan gì vào thời gian. Cách đo

lường mới sẽ mở ra khả năng sản xuất mới. Trong thời đại đồng hồ thạch anh, thứ thay đổi chính là khả năng tính toán.

Bộ vi xử lý là thành tựu công nghệ phi thường xét trên nhiều cấp độ nhưng ít có cấp độ nào thiết yếu đến vậy: con chip máy tính là bậc thầy quản lý thời gian. Hãy thử nghĩ đến nhu cầu điều phối của các nhà máy công nghiệp: hàng nghìn công đoạn ngắn, lặp đi lặp lại theo thứ tự phù hợp được hàng trăm cá thể đảm nhiệm. Một bộ vi xử lý cũng đòi hỏi kỷ luật thời gian như vậy, nhưng đơn vị cần điều phối là các bit thông tin, thay vì bàn tay và thân thể của người thợ dệt. (Khi Charles Babbage lần đầu phát minh ra máy lập trình ở thời Victoria, ông đã gọi bộ xử lý trung tâm, CPU, là một "nhà máy".) Thay vì xử lý hàng nghìn tác vụ mỗi phút, bộ vi xử lý có thể thực hiện hàng tỷ phép tính mỗi giây trong khi thông tin liên tục ra vào những con chip trên bảng mạch. Các hoạt động này được điều phối bởi một đồng hồ tổng, ngày nay hầu như đều được chế tạo từ thạch anh. (Đó là lý do người ta gọi hành động mày mò và chỉnh máy tính chạy nhanh hơn thiết kế ban đầu là "overclocking" (ép xung).) Một máy tính hiện đại là tập hợp của nhiều công nghệ và dạng tri thức khác nhau: logic biểu tượng của ngôn ngữ lập trình, kỹ thuật điện của bảng mạch, ngôn ngữ hình ảnh của thiết kế giao diện. Song máy tính hiện đại cũng chỉ là đồ bỏ nếu thiếu độ chính xác đến micrô-giây của đồng hồ thạch anh.

Sự chính xác của đồng hồ thạch anh khiến đồng hồ quả lắc – người tiền nhiệm của nó – trở nên thất thường quá đỗi. Nhưng nó còn ảnh hưởng rất lớn đến những chiếc đồng hồ tối thượng: Trái đất và Mặt trời. Khi đo độ dài ngày bằng đồng hồ thạch anh, người ta phát hiện ra nó không hề ổn định. Ngày có thể bị rút ngắn hay kéo dài do hoạt động của thủy triều trên bề mặt hành tinh, gió thổi qua rặng núi hay chuyển động bên trong lõi nóng chảy của Trái đất. Nếu thật sự muốn tính giờ chính xác, chúng ta không thể dựa vào chuyển động quay của Trái đất. Con người cần một chiếc đồng hồ tốt hơn. Đồng hồ thạch anh cho ta "thấy" các khoảng thời gian tưởng như đều nhau của ngày mặt trời hóa ra không tiệm cận sự đều đặn như ta vẫn nghĩ. Theo cách nào đó, đây là đòn chí mạng sau cùng đánh vào thuyết vũ trụ tiền-Copernicus. Không những Trái đất không phải là trung tâm của vũ trụ mà vòng quay của nó thậm chí cũng không đủ nhất quán để định nghĩa chính xác một ngày. Một khối cát dao động thậm chí có thể làm việc này tốt hơn.

XÉT ĐẾN CÙNG, VIỆC GIỮ THỜI GIAN chuẩn xác đều liên quan đến việc tìm kiếm, hoặc tạo ra, các vật thể chuyển động theo nhịp điệu nhất quán: Mặt trời mọc trên bầu trời, Mặt trăng tròn rồi khuyết, chiếc đèn nhà thờ và các tinh thể thạch anh. Đầu thế kỷ 20, việc khám phá ra nguyên tử – công đầu thuộc về các nhà khoa học như Niels Bohr và Werner Heisenberg – đã khởi đầu cho một loạt cải tiến cả ngoạn mục lẫn chết chóc trong lĩnh vực năng lượng và vũ khí: các nhà máy điện hạt nhân và bom hyđrô. Bộ môn khoa học nguyên tử mới mẻ này cũng tiết lộ một điều ít được biết đến song cũng quan trọng không kém: nguyên tử sở hữu dao động ổn định nhất mà con người được biết. Khi nghiên cứu các electron quay xung quanh một nguyên tử xêsi, Bohr nhận ra rằng chúng di chuyển đều đặn đáng kinh ngạc. Không bị ảnh hưởng bởi lực kéo hỗn loạn của các dãy núi hay thủy triều, electron tạo ra một thứ nhịp điệu đều đặn gấp nhiều lần so với vòng quay của Trái đất.

Những chiếc đồng hồ nguyên tử đầu tiên được làm ra vào giữa thập niên 1950 và đã lập tức thiết lập một tiêu chuẩn mới về độ chính xác: chúng ta giờ đây có thể đo được tới nanô-giây, chính xác hơn 1.000 lần micrô-giây của đồng hồ thạch anh. Bước nhảy vọt này đã khiến “International Conference of Weights and Measures” (Hội nghị quốc tế về Khối lượng và Đo lường) năm 1967 tuyên bố đã đến lúc tái tạo thời gian. Trong kỷ nguyên mới, thời gian chủ đạo của Trái đất sẽ được tính bằng giây nguyên tử, tức “khoảng thời gian của 9.192.631.770 trong chu kỳ bức xạ ứng với sự chuyển tiếp giữa hai mức trạng thái năng lượng của nguyên tử xêsi, đồng vị 133”. Một ngày không còn là khoảng thời gian Trái đất hoàn tất một vòng quay mà được tính bằng 86.400 giây nguyên tử, do 270 chiếc đồng hồ nguyên tử được đồng bộ hóa trên khắp thế giới đếm.

Tuy nhiên, các công cụ đếm giờ cũ không hoàn toàn mất đi. Đồng hồ nguyên tử hiện đại đếm giây theo cơ chế từ thạch anh, dựa trên nguyên tử xêsi và các electron của nó để sửa các sai lệch ngẫu nhiên của đồng hồ thạch anh. Mỗi năm, các đồng hồ nguyên tử trên thế giới lại được hiệu chỉnh theo sự trôi dạt bất quy tắc của quỹ đạo Trái đất, thêm hoặc bớt một giây sao cho nhịp điệu nguyên tử và Mặt trời không quá lệch nhau. Nhiều lĩnh vực khoa học liên quan đến kỷ luật thời gian – thiên văn học, cơ điện tử, vật lý hạt nhân – đều được tích hợp trong chiếc đồng hồ tổng.

Sự xuất hiện của nanô-giây dường như là một thay đổi bí mật, chỉ thú vị với

kiểu người tham dự một hội nghị về khối lượng và đo lường. Thế nhưng, cuộc sống thường ngày của con người cũng biến đổi căn bản từ khi xuất hiện giờ nguyên tử. Hàng không quốc tế, mạng điện thoại, thị trường tài chính đều phụ thuộc vào tính chính xác tới từng nanô-giây của đồng hồ nguyên tử. (Nếu ta dịch chuyển thế giới ra khỏi những chiếc đồng hồ hiện đại này, một thứ được nhắc đến nhiều – giao dịch tần suất cao – sẽ biến mất sau một nanô-giây.) Mỗi lần định vị bản thân trên điện thoại thông minh, bạn đã vô tình tham khảo một hệ thống 24 đồng hồ nguyên tử tại các vệ tinh được đặt không quá xa mặt đất. Các vệ tinh này liên tiếp cho ra các tín hiệu cơ bản nhất như: bây giờ là 11:48:25,084738… bây giờ là 11:48:25,084739… Khi điện thoại của bạn tìm cách định vị, nó sẽ thu thập ít nhất ba số hiệu thời gian từ vệ tinh, mỗi số hiệu sẽ hiển thị khác nhau, tùy theo khoảng thời gian để truyền từ vệ tinh tới thiết bị nhận GPS trong tay bạn. Vệ tinh báo thời gian càng sớm thì càng cách xa bạn. Vì vị trí của các vệ tinh này hoàn toàn đoán định được, điện thoại sẽ tự tính toán chính xác vị trí của nó bằng phép lập tam giác giữa ba số hiệu thời gian khác nhau. Giống với các hoa tiêu ở thế kỷ 18, GPS xác định vị trí của bạn bằng cách so sánh những chiếc đồng hồ. Đây thật sự là một trong các câu chuyện lặp đi lặp lại của lịch sử đồng hồ: mỗi tiến bộ đo thời gian sẽ tạo điều kiện cho một tiến bộ tương ứng trong việc nắm bắt địa lý: từ tàu biển, đường sắt, hàng không cho đến GPS. Đây là một ý tưởng mà chắc hẳn Einstein sẽ đánh giá rất cao: đo lường thời gian chính là chìa khóa để đo lường không gian.

Lần tới, khi bạn nhìn xuống điện thoại để kiểm tra giờ giấc hoặc vị trí, hãy nhìn nó theo cách bạn đã nhìn đồng hồ đeo tay hoặc bản đồ cách đây hai thập kỷ; hãy ngẫm về một mạng lưới khổng lồ, nhiều lớp lang trí tuệ đã hợp lại để hiện thực hóa hành vi ấy. Găm sâu vào khả năng báo giờ là tri thức về chu trình electron trong nguyên tử xêsi; tri thức về truyền dẫn tín hiệu vi ba từ vệ tinh và cách đo lường chính xác tốc độ di chuyển của chúng; khả năng đặt vệ tinh vào một quỹ đạo ổn định ngoài Trái đất và tất nhiên là cả ngành khoa học tên lửa thực thụ đưa chúng rời khỏi mặt đất; khả năng tạo ra các dao động ổn định trong một khối silic điôxit – chưa kể tất cả những tiến bộ trong tính toán, vi điện tử và mạng lưới khoa học cần thiết để xử lý và tái hiện các thông tin trên màn hình điện thoại của bạn. Bạn không cần phải biết những phát minh kể trên để nói giờ nhưng đó là cách sự tiến bộ vận hành: kho tri thức tích lũy về khoa học và công nghệ càng lớn, chúng ta lại càng ẩn chúng đi. Mỗi khi xem giờ trên điện thoại, tâm trí bạn được tất cả những tri thức ấy

lặng lẽ giúp sức nhưng bản thân chúng lại ẩn mình. Điều đó dĩ nhiên rất tiện lợi nhưng nó có thể đánh mờ chặng đường xa đã qua kể từ khi Galileo mơ màng nhìn chiếc đèn trong Nhà thờ chính tòa Pisa.

THOẠT NGHE, CÂU CHUYỆN ĐO LƯỜNG THỜI GIAN dường như đều nói về sự tăng tốc: ngày được chia ra thành đơn vị càng lúc càng nhỏ hơn để con người có thể dịch chuyển mọi thứ nhanh hơn: cơ thể, đồng tiền, bit máy tính. Song thời gian trong thời đại nguyên tử cũng chạy theo một hướng ngược lại: chậm lại chứ không tăng tốc; được đo bằng niên kỷ chứ không phải micro-giây. Vào thập niên 1890, khi thực hiện luận án tiến sĩ tại Paris, Marie Curie lần đầu tiên đề xuất bức xạ không phải một kiểu phản ứng hóa học giữa các phân tử mà thuộc về nội tại nguyên tử – một phát hiện quan trọng đối với sự phát triển của ngành vật lý và giúp Marie Curie trở thành người phụ nữ đầu tiên giành giải Nobel. Nghiên cứu của bà nhanh chóng thu hút sự chú ý của chồng, Pierre Curie, ông đã từ bỏ việc nghiên cứu tinh thể để tập trung vào bức xạ. Họ cùng nhau khám phá ra các nguyên tố phóng xạ bị phân rã với tốc độ cố định. Thí dụ, chu kỳ bán rã của cacbon-14 là 5.730 năm. Như vậy nếu chôn một lượng cacbon-14 dưới đất khoảng 5.000 năm, một nửa của nó sẽ biến mất.



Giáo sư Charles H. Townes, khoa Vật lý, Đại học Columbia đang giới thiệu "đồng hồ nguyên tử" tại khoa. Ngày công bố ảnh: 25 tháng 1 năm 1955

Khoa học lại một lần nữa tìm ra một nguồn mới đem lại "khoảng thời gian bằng nhau" – chỉ có điều chiếc đồng hồ này không đếm theo đơn vị micrô-giây của dao động thạch anh hay nanô-giây của nguyên tử xêsi. Cacbon phóng xạ phân rã ở cấp độ thế kỷ hay thiên niên kỷ. Pierre Curie dự đoán tốc độ phân rã của một số nguyên tố nhất định có thể được dùng như "đồng hồ" định tuổi đá. Phương pháp này, hiện nay được biết đến rộng rãi với tên gọi xác định niên đại bằng đồng vị cacbon, phải đến tận thập niên 1940 mới được hoàn thiện. Đa số các loại đồng hồ đều tập trung vào việc đếm giờ hiện tại: Bây giờ là mấy giờ? Còn các đồng hồ phóng xạ cacbon lại nói về quá khứ. Các nguyên tố khác nhau phân rã với tốc độ cực kỳ khác nhau, nghĩa là chúng giống những chiếc đồng hồ chạy với thang đo thời gian khác nhau. Cacbon-14 phân rã sau khoảng 5.000 năm trong khi kali-40 cần đến 1,3 tỷ

năm. Vì thế, các cacbon-14 trở thành chiếc đồng hồ lý tưởng cho thời gian sâu thẳm của lịch sử loài người, còn kali-40 đo lường địa chất và lịch sử của chính Trái đất. Phương pháp xác định niên đại bằng phóng xạ hữu ích trong việc xác định tuổi của Trái đất, giúp thiết lập một bằng chứng khoa học thuyết phục nhất cho thấy câu chuyện Trái đất 6.000 năm tuổi trong Kinh Thánh chỉ là truyện kể chứ không phải sự thật. Chúng ta đạt được hiểu biết sâu sắc về các cuộc di cư của con người thời tiền sử trên khắp địa cầu phần lớn nhờ phương pháp định tuổi cacbon. Về mặt nào đó, sự phân rã phóng xạ trong "khoảng thời gian bằng nhau" đã biến tiền sử trở thành lịch sử. Khi người Homo sapiens lần đầu vượt qua Cầu lục địa Bering để tiến vào châu Mỹ cách đây hơn 10.000 năm, không một sử gia nào có thể ghi lại hành trình đó. Nhưng lịch sử vẫn được ghi lại bởi cacbon trong xương của họ, các dấu tích than củi họ để lại nơi dựng trại. Đó là lịch sử được viết bằng ngôn ngữ của vật lý nguyên tử. Nhưng chúng ta không thể đọc pho sử này nếu thiếu một loại đồng hồ mới. Nếu thiếu phương pháp xác định niên đại bằng phóng xạ, "thời gian sâu thẳm" của những cuộc di dân và biến đổi địa chất sẽ giống như một pho sử bị xáo trang lộn xộn: đầy ắp sự kiện song thiếu tính trình tự và liên kết. Xác định được mốc thời gian sẽ đem lại ý nghĩa cho những dữ liệu thô ấy.

CAO CAO TRÊN DÃY SNAKE MOUNTAIN miền đông Nevada, có một khu rừng thông bristlecone mọc trên đất kiềm khô cứng. Loài thông này khá nhỏ trong họ cây lá kim, hiếm khi cao hơn 10 m và bị những cơn gió liên tục thổi qua miền sa mạc nuốt chửng. Dựa trên phương pháp xác định niên đại bằng đồng vị cacbon (và vòng gỗ), chúng ta biết được nhiều cây trong số đó đã hơn 5.000 tuổi: những sinh vật cổ xưa nhất hành tinh.

Chỉ vài năm nữa thôi, một chiếc đồng hồ vĩ đại sẽ được chôn xuống lớp đất dưới những cây thông này, một chiếc đồng hồ đo thời gian theo cấp độ của các nền văn minh chứ không phải theo giây. Như nhà thiết kế chính, khoa học gia máy tính Danny Hillis, gọi nó là: "Chiếc đồng hồ chỉ tích tắc mỗi năm một lần, kim thế kỷ chỉ nhích mỗi thế kỷ một lần và chú chim cúc cu chỉ ra khỏi tổ sau mỗi thiên niên kỷ." Nó được thiết kế để đếm thời gian ít nhất 10.000 năm, gần bằng khoảng thời gian từ khi khởi phát nền văn minh nhân loại. Nó là sự thực hành một kiểu kỷ luật thời gian khác: kỷ luật tránh xa lối suy nghĩ ngắn hạn, buộc ta nghĩ về những hành động mình làm và hệ quả trên quy mô thế kỷ và thiên niên kỷ. Mượn một cụm từ thú vị của nhạc sĩ, họa sĩ

Brian Eno, thiết bị này được gọi là “The Clock Of The Long Now” (Chiếc đồng hồ của Hiện tại Dài hạn).

Tổ chức đứng sau thiết bị này, Long Now Foundation – đồng sáng lập bởi Hillis, Eno, Stewart Brand và một số người có tầm nhìn xa khác – hướng tới mục tiêu chế tạo nhiều đồng hồ vạn năm như thế. (Chiếc đầu tiên đang được xây dựng ở sườn núi phía Tây Texas.) Tại sao phải tốn nhiều công sức đến vậy để chế tạo một chiếc đồng hồ may ra chỉ tích tắc một lần trong đời bạn? Bởi vì các phương pháp đo lường mới sẽ buộc chúng ta nghĩ về thế giới dưới một ánh sáng mới. Giống như cách micrô-giây của tinh thể thạch anh và xêsi đã mở ra những ý tưởng biến đổi đời sống hằng ngày trên vô vàn khía cạnh, thời gian chậm rãi của chiếc đồng hồ ấy giúp ta nghĩ về tương lai theo hướng mới. Như Kevin Kelly mô tả:

Nếu bạn có chiếc Đồng hồ đếm cả 10.000 năm, nó sẽ đặt ra các loại câu hỏi và dự định ở quy mô thế hệ như thế nào? Nếu một chiếc đồng hồ có thể chạy suốt mười thiên niên kỷ, lẽ nào chúng ta không chắc chắn nền văn minh nhân loại cũng vậy? Nếu chiếc đồng hồ ấy vẫn tiếp tục chạy kể cả chúng ta chết đã lâu, tại sao không nỗ lực với các kế hoạch để thế hệ tương lai hoàn tất? Câu hỏi lớn hơn, như nhà virus học Jonas Salk từng đặt ra: “Liệu chúng ta có phải là tổ tiên tốt?”

Đây là nghịch lý về thời gian trong thời đại nguyên tử: chúng ta sống trong những đơn vị thời gian ngày càng ngắn hơn, được dẫn dắt bởi những chiếc đồng hồ tích tắc vô hình với độ chính xác tuyệt đối; chúng ta có khoảng chú ý ngắn và nhịp điệu tự nhiên của con người đã đầu hàng tấm lưới trừu tượng của đồng hồ. Nhưng cùng lúc đó, con người lại có khả năng hình dung và ghi lại lịch sử của hàng nghìn, hàng triệu năm trước, lần theo chuỗi nhân quả trải suốt hàng chục thế hệ. Chúng ta có thể thắc mắc bây giờ là mấy giờ, liếc xuống điện thoại và có câu trả lời chính xác tới phần lẻ của giây, cần trân trọng câu trả lời ấy, vì theo một nghĩa nào đó, đã mất 600 năm để có nó: từ chiếc đèn của Galileo cho tới nguyên tử xêsi của Niels Bohr, từ đồng hồ bấm giây tới vệ tinh Sputnik. So với một người bình thường ở thời đại Galileo, chân trời về thời gian của chúng ta đã mở rộng về cả hai hướng: từ micrô-giây đến thiên niên kỷ.



Chiếc đồng hồ của Hiện tại Dài hạn

Sau cùng thước đo nào sẽ thắng – sự tập trung vào cái ngắn hạn hay món quà cho hiện tại dài hạn? Liệu chúng ta là các thương nhân giao dịch tần suất cao hay các tổ tiên vĩ đại? Với câu hỏi này, chỉ thời gian mới trả lời được.

Chương 6Ánh sáng

Hãy thử tưởng tượng có một nền văn minh ngoài hành tinh đang quan sát Trái đất từ các thiên hà để tìm kiếm dấu hiệu của sự sống thông minh. Suốt hàng triệu năm, hầu như sẽ chẳng có chút thông tin gì để báo cáo: thời tiết thay đổi hằng ngày, sông băng nở ra rồi co lại sau mỗi trăm ngàn năm, sự trôi dạt dần xa giữa các lục địa. Song vào một thế kỷ nọ, một sự thay đổi đột phá khiến vạn vật trở nên khả kiến: vào ban đêm, bề mặt Trái đất phát sáng nhờ ánh đèn đường đô thị, đầu tiên ở Hoa Kỳ và châu Âu, sau đó lan ra khắp toàn cầu, ngày một dày đặc hơn. Nếu nhìn từ vũ trụ, sự xuất hiện của ánh sáng nhân tạo có lẽ là thay đổi đơn lẻ lớn nhất trong lịch sử của hành tinh này kể từ 65 triệu năm trước, khi thiên thạch Chicxulub va chạm với Trái đất, bao phủ hành tinh trong một đám mây tro bụi siêu nóng. Nếu nhìn từ vũ trụ, tất cả các chuyển biến đánh dấu sự xuất hiện của nền văn minh nhân loại như: ngón cái đối diện, chữ viết và máy in sẽ thật mờ nhạt nếu so sánh với sự rực rỡ của Homo lumen (Quang thông nhân tạo).

Trên Trái đất, phát minh ra ánh sáng nhân tạo có nhiều đối thủ ở khía cạnh sáng tạo hiện hình, song sự xuất hiện của nó đã đánh dấu một điểm ngưỡng trong xã hội loài người. Bầu trời đêm ngày nay tỏa sáng gấp 6.000 lần so với 150 năm trước. Ánh sáng nhân tạo đã thay đổi cách thức con người làm việc và ngủ, giúp tạo ra mạng lưới truyền thông toàn cầu và có thể sẽ sớm kích hoạt những phát minh đột phá về năng lượng. Bóng đèn liên quan tới ý niệm phổ thông về sáng tạo tới mức được coi là một ẩn dụ cho ý tưởng mới: khoảnh khắc “bật đèn” thay thế cụm từ “Eureka” của Archimedes được sử dụng phổ biến để tán dương một bước tiến bất ngờ về khái niệm.

Một trong những điều kỳ lạ về ánh sáng nhân tạo là tại sao công nghệ ấy bị trì hoãn suốt hàng thế kỷ? Điều đó đặc biệt ấn tượng khi ánh sáng nhân tạo đến cùng công nghệ đầu tiên, lúc con người làm chủ được thứ lửa có thể chế ngự hơn 100.000 năm trước. Cư dân Babylon và La Mã từng dùng đèn dầu nhưng công nghệ đó đã hoàn toàn biến mất trong Kỷ nguyên Bóng tối. Suốt gần 2.000 năm, đến tận buổi bình minh của thời đại công nghiệp, nến vẫn là giải pháp chủ yếu để thắp sáng trong nhà. Nến làm từ sáp ong có chất lượng tốt song lại quá đắt cho những ai không thuộc tầng lớp tăng lữ hay quý tộc. Dân thường phải dùng nến mỡ động vật để tạo ra ánh lửa lập lòe kèm mùi hôi và

khói dày đặc.

Các bài đồng dao gợi nhắc ta rằng nghề làm nến từng phổ biến trong giai đoạn này. Hồ sơ thuế của Paris từ năm 1292 liệt kê tới 72 cửa hàng buôn bán nến trong thành phố. Song đa phần các gia đình bình dân tự làm nến mỡ động vật để sử dụng, một quá trình tốn bộn thời gian và công sức: làm nóng các thùng mỡ động vật, sau đó nhúng những miếng bấc vào. Nhật ký của Chủ tịch Đại học Harvard năm 1743 có ghi ông mất hai ngày liên tục để làm 35 cân nến mỡ, số nến ấy đủ thắp sáng suốt hai tháng sau đó.

Việc người dân sẵn sàng bỏ nhiều thời gian để làm nến tại nhà cũng không khó hình dung. Hãy cùng nhìn lại cuộc sống của người nông dân New England những năm 1700. Vào những tháng mùa đông, Mặt trời thường lặn lúc năm giờ, trời sẽ tối mịt suốt 15 tiếng trước khi ánh sáng trở lại. Và khi Mặt trời lặn sẽ chỉ có màn đêm đen hun hút: không có đèn đường, đèn pin, đèn sợi đốt, đèn huỳnh quang – thậm chí cả đèn dầu vẫn chưa được phát minh. Chỉ có ánh sáng bập bùng của bếp lửa và đám khói mịt mờ của nến mỡ.

Đêm tối nặng nề đến mức các nhà khoa học hiện đại tin rằng cách ngủ của con người vào thời đại trước khi việc chiếu sáng ban đêm trở nên phổ biến khác xa hiện nay. Năm 2001, nhà sử học Roger Ekirch xuất bản một công trình ấn tượng dựa trên hàng trăm cuốn nhật ký và sách hướng dẫn để chứng tỏ một cách thuyết phục rằng con người thời xưa từng chia đêm dài thành hai giai đoạn ngủ tách biệt. Khi đêm xuống, họ sẽ chìm vào giấc ngủ “đầu tiên” và bốn tiếng sau, họ thức dậy để ăn nhẹ, thư giãn, quan hệ tình dục hoặc trò chuyện quanh đống lửa trước khi ngủ giấc ngủ thứ hai cũng dài bốn tiếng. Sự chiếu sáng của thế kỷ 19 đã phá vỡ nhịp điệu hai giấc ngủ cổ xưa này bởi nó tạo ra hàng loạt hoạt động sau khi Mặt trời lặn: tất cả mọi thứ từ nhà hát, nhà hàng, nhà máy. Ekirch cũng dẫn chứng ý niệm về một giấc ngủ duy nhất xuyên suốt tám giờ được hình thành theo thói quen của thế kỷ 19, thể hiện sự thích nghi với thay đổi lớn lao trong môi trường ánh sáng ở nơi cư trú. Giống như mọi sự thích nghi, lợi ích luôn đi kèm một sự đánh đổi: chứng mất ngủ quấy rầy hàng triệu người trên thế giới thực tế không phải do rối loạn mà chính nhịp điệu giấc ngủ tự nhiên của cơ thể đang chống đối lại những quy tắc của thế kỷ 19. Những khoảnh khắc tỉnh táo lúc ba giờ sáng là một kiểu xáo trộn nhịp sinh học sau chuyến bay dài (jet lag) do ánh sáng nhân tạo.



Đèn dầu hình cốc trong lăng mộ vua Tutankhamun. Chiếc đèn được rót đầy dầu, khi bấc đèn bắt sáng, hình ảnh vua Tutankhamun và Ankhesenamun hiện lên. Cổ vật thời Tân vương quốc, Ai Cập cổ đại triều đại thứ 17, 1333 - 1323 trước Công nguyên

Ngọn nến mỡ lập lòe không đủ mạnh để thay đổi thói quen ngủ của con người. Để tạo ra một thay đổi văn hóa lớn lao đến vậy, cần đến thứ ánh sáng nhân tạo ổn định của thế kỷ 19. Cuối thế kỷ này, ánh sáng sẽ đến từ sợi đốt của bóng đèn điện. Nhưng bước tiến lớn đầu tiên của thế kỷ ánh sáng lại đến từ một nguồn có vẻ khôi hài với chúng ta ngày nay: hộp sọ của một động vật biển hữu nhũ nặng 50 tấn.

CÂU CHUYỆN BẮT ĐẦU từ một cơn bão. Truyền thuyết kể rằng vào khoảng năm 1712, một cơn bão lớn phía tây bắc bờ biển Nantucket đã cuốn thuyền trưởng Hussey ra xa. Ở vùng nước sâu của Bắc Đại Tây Dương, ông gặp một sinh vật kỳ lạ và đáng sợ nhất của Mẹ thiên nhiên: cá nhà táng.

Hussey đã phóng lao giết con quái vật – dù nhiều người vẫn hoài nghi rằng nó chỉ bị cơn bão cuốn vào bờ. Nhưng dù sao, khi dân địa phương mổ nội tạng của con quái vật, họ cũng phát hiện một thứ hết sức kỳ lạ: trong chiếc đầu khổng lồ của nó, họ tìm thấy một cái hốc nằm phía trên não, chứa đầy một thứ chất nhờn màu trắng. Vì trông nó giống tinh dịch (sperm), dầu cá nhà táng được gọi là “spermaceti”.

Cho tới nay, các nhà khoa học vẫn chưa biết chắc tại sao cá nhà táng lại tiết một khối lượng dầu lớn đến thế. (Một con cá nhà táng trưởng thành giữ khoảng 1.800 l dầu trong hộp sọ.) Có người cho rằng chất nhầy giúp cá nhà táng nổi lên; người khác lại tin nó hỗ trợ hệ thống định vị bằng sóng âm của cá nhà táng. Tuy nhiên, cư dân New England đã nhanh chóng phát hiện ra một công dụng khác của dầu cá nhà táng: nến làm từ chất lỏng này cho thứ ánh sáng màu trắng, mạnh hơn nhiều so với nến mỡ và không tạo khói khó chịu. Tới nửa sau của thế kỷ 18, nến từ dầu cá nhà táng đã trở thành ánh sáng nhân tạo tốt nhất tại Mỹ và châu Âu.

Trong một lá thư viết năm 1751, Ben Franklin miêu tả sự thích thú với cách loại nến mới “đem Ánh Sáng trắng rõ, có thể cầm trong Tay ngay cả khi Trời

nóng mà không bị mềm; dầu Chảy ra không bị nhầy mỡ như các loại Nến thông thường; chúng cháy lâu hơn và không hoặc ít gây Hắt Hơi (vì khói)". Nến từ dầu cá nhà táng nhanh chóng trở thành xa xỉ phẩm của giới thượng lưu. Ước tính mỗi năm, George Washington chi khoảng 15.000 đô-la (theo thời giá hiện nay) cho nến dầu cá nhà táng. Ngành kinh doanh nến trở nên hấp dẫn đến mức một nhóm nhà sản xuất đã lập ra một tổ chức gọi là United Company of Spermaceti (Công ty Liên hiệp Những nhà sản xuất Nến dầu cá nhà táng), thường được biết đến với cái tên "Spermaceti Trust", nhằm ngăn các đối thủ gia nhập thị trường và kiểm soát giá đầu vào từ các tàu đánh cá.

Dù ngành làm nến có tính độc quyền, lợi nhuận khổng lồ vẫn chờ đợi bất kỳ ai dám dùng lao đâm cá nhà táng. Ánh sáng nhân tạo từ nến dầu cá đã thổi bùng ngành công nghiệp săn cá nhà táng, nhờ đó xây dựng nên các thị trấn biển xinh đẹp Nantucket và Edgartown. Đánh bắt cá nhà táng là một nghề nguy hiểm và kinh tởm. Hàng nghìn người đã bỏ mạng trên biển khi săn đuổi những sinh vật khổng lồ, trong đó có vụ chìm tàu Essex nổi tiếng, sự kiện tạo cảm hứng cho kiệt tác Moby-Dick của nhà văn Herman Melville.

Công đoạn chiết xuất dầu cũng khó khăn không kém việc phóng lao săn nhà táng. Người ta đục một lỗ ở một bên đầu cá và bò vào cái hốc bên trên bộ óc, ở cả ngày trong cái xác đang thối rữa để cạo dầu ra khỏi não con vật. Thật đáng để ghi nhớ rằng chỉ 200 năm trước, đây là sự thật về ánh sáng nhân tạo: nếu cụ tổ của bạn muốn đọc sách vào buổi tối, thì một linh hồn tội nghiệp nào đó phải trườn bò cả buổi chiều trong đầu cá voi.

Khoảng 300.000 con cá nhà táng đã bị săn bắt và giết hại trong vòng chỉ hơn một thế kỷ. Toàn bộ loài này suýt nữa đã biến mất hoàn toàn nếu con người không tìm ra một nguồn dầu mới trên đất liền để chế ánh sáng nhân tạo, khai sinh các giải pháp dựa trên dầu mỏ như đèn dầu hỏa hoặc đèn khí ga. Đây là một trong những diễn tiến kỳ lạ nhất trong lịch sử tuyệt chủng: bởi con người tìm thấy hóa thạch của thực vật cổ đại vùi sâu dưới lòng đất, nên sinh vật phi thường bậc nhất của đại dương đã được cứu sống.

NĂNG LƯỢNG HÓA THẠCH SẼ TRỞ THÀNH TRUNG TÂM của mọi khía cạnh đời sống ở thế kỷ 20, song các công dụng thương mại đầu tiên đều xoay quanh ánh sáng. Những ngọn đèn mới này sáng gấp 20 lần bất kỳ ngọn nến nào trước đây và chính thứ ánh sáng vượt trội ấy đã tạo nên một bước ngoặt mới: sự ra đời của báo chí ở nửa sau thế kỷ 19, vì khoảng thời gian

buổi tối sau khi hết giờ làm càng lúc càng phù hợp cho việc đọc. Nhưng chúng cũng gây ra những vụ bùng nổ theo nghĩa đen: hàng nghìn người chết mỗi năm do các ngọn đèn đọc sách bốc cháy.

Bất chấp các tiến bộ này, ánh sáng nhân tạo vẫn cực kỳ tốn kém nếu so sánh với tiêu chuẩn hiện đại. Trong xã hội ngày nay, ánh sáng tương đối rẻ và phong phú song cách đây 150 năm thì việc đọc sách khi trời tối được coi là xa xỉ. Cuộc hành quân bền bỉ của ánh sáng nhân tạo từ ngày ấy, từ một công nghệ hiếm hoi và yếu ớt trở nên rộng khắp và mạnh mẽ, đã vạch cho ta tấm lược đồ về con đường của sự tiến bộ đương thời. Cuối những năm 1990, nhà sử học Đại học Yale, William D. Nordhaus đã công bố một nghiên cứu xuất sắc, trong đó phân tích cực kỳ cụ thể chi phí thực sự của ánh sáng nhân tạo qua hàng ngàn năm sáng chế.

Khi sử gia kinh tế muốn đánh giá sức khỏe chung của các nền kinh tế qua thời gian, mức lương trung bình chính là một trong những điểm khởi đầu của họ. Con người ngày nay có kiếm được nhiều tiền hơn năm 1850? Tất nhiên, lạm phát sẽ khiến việc so sánh gặp phải khó khăn: một người ở tầng lớp thượng trung lưu trong thế kỷ 19 chỉ kiếm được 10 đô-la một ngày. Đó là lý do cần có các bảng lạm phát để giúp chúng ta hiểu 10 đô-la lúc đó bằng 160 đô-la ngày nay. Nhưng lạm phát chỉ là một phần của câu chuyện. “Trong những khoảng thời gian có sự thay đổi lớn lao về công nghệ,” Nordhaus viết, “việc xây dựng các chỉ số giá chính xác để nắm bắt tác động của công nghệ mới tới chuẩn mực sống vượt quá khả năng thực tế của các cơ quan thống kê. Khó khăn chủ yếu nảy sinh từ lý do hiển nhiên nhưng thường bị xem nhẹ: đa số hàng hóa chúng ta tiêu thụ hiện nay không được sản xuất cách đây một thế kỷ.” Ngay cả khi bạn có 160 đô-la vào năm 1850, bạn không thể nào mua nổi một chiếc máy quay đĩa chứ đừng nói đến iPod. Các nhà kinh tế và sử học không chỉ cần quan tâm đến giá trị chung của đồng tiền mà cả về việc đồng tiền đó có thể mua được gì.

Do đó, Nordhaus đề xuất sử dụng lịch sử ánh sáng nhân tạo để làm sáng tỏ sức mua của tiền lương qua các thế kỷ. Hình thức của ánh sáng nhân tạo đã thay đổi đáng kể theo thời gian, từ nến tới đèn LED. Song ánh sáng mà chúng tạo ra thì không đổi, nó như mỏ neo trong cơn bão công nghệ. Vì vậy, Nordhaus đã đề xuất lấy chi phí sản xuất 1.000 “lumen giờ” ánh sáng nhân tạo làm đơn vị đo lường.

Một cây nến mỡ vào những năm 1800 sẽ có giá khoảng 40 xu cho 1.000 lumen giờ. Trong khi vào năm 1992, khi Nordhaus bắt đầu thực hiện nghiên cứu, bóng đèn huỳnh quang chỉ tiêu tốn 1/10 xu để tạo ra cùng lượng ánh sáng. Hiệu quả chiếu sáng đã tăng 400 lần. Câu chuyện thậm chí còn kịch tính hơn nếu bạn so sánh chi phí này với tiền lương trung bình cùng giai đoạn. Năm 1800, với một giờ làm việc bạn có thể mua được 10 phút ánh sáng nhân tạo. Với đèn dầu hỏa của năm 1880, bạn sẽ mua được ba giờ đọc sách buổi tối. Ngày nay, khoản tiền lương một giờ có thể giúp bạn mua được 300 ngày ánh sáng nhân tạo.

Một điều phi thường nào đó rõ ràng đã xảy ra giữa thời đại của nến mỡ động vật hay đèn dầu hỏa và thế giới tuyệt vời rực rỡ ngày nay. Đó chính là bóng đèn điện.

ĐIỀU KỲ LẠ về bóng đèn điện là nó đã trở thành từ đồng nghĩa với lý thuyết "thiên tài" trong phát minh, theo đó một nhà phát minh độc lập sẽ phát minh ra một thứ độc lập trong một khoảnh khắc của cảm hứng bất chợt, trong khi câu chuyện phía sau phát minh thực tế lại là thí dụ cho một khung biện giải khác hoàn toàn: mô hình chuỗi/mạng lưới cải tiến. Đúng, bóng đèn đã đánh dấu một ngưỡng trong lịch sử phát minh song vì các lý do hoàn toàn khác. Sẽ là gượng ép nếu nói bóng đèn là sản phẩm cộng đồng, nhưng sẽ còn sai lầm hơn nếu khẳng định đó là là thành quả riêng của người mang tên Thomas Edison.

Câu chuyện kinh điển thường được kể như thế này: Sau khởi đầu vẻ vang với các phát minh máy quay đĩa hay máy báo giá cổ phiếu, Thomas Edison khi ấy 31 tuổi đã nghỉ ngơi vài tháng để di du lịch quanh miền tây nước Mỹ – có lẽ không phải do tình cờ nhưng vùng này tối hơn nhiều về ban đêm so với những con phố được chiếu sáng bằng đèn khí đốt ở New York và New Jersey. Tháng 8 năm 1878, hai ngày sau khi trở về phòng thí nghiệm ở Menlo Park, ông vẽ ra ba sơ đồ vào cuốn sổ tay và gọi chúng là "đèn điện". Năm 1879, Edison nộp đơn xin cấp bằng sáng chế cho "đèn điện", sản phẩm thể hiện mọi đặc tính cơ bản của bóng đèn điện ngày nay. Tới cuối năm 1882, công ty của Edison đã cấp ánh sáng điện cho toàn bộ quận Pearl Street ở vùng Hạ Manhattan.

Đây quả là câu chuyện ly kỳ về sáng tạo: phù thủy trẻ của Menlo Park có một ý tưởng vụt qua và chỉ sau ít năm, ý tưởng đó đã thắp sáng địa cầu. Vấn đề

nằm ở chỗ, nhiều người đã có phát minh về bóng đèn sợi đốt suốt 80 năm trước khi Edison để ý đến nó. Một bóng đèn gồm ba bộ phận cơ bản: một loại sợi đốt phát sáng khi dòng điện chạy qua, một cơ chế kiểm soát để sợi đốt không bị đốt cháy quá sớm và một thiết bị cung cấp điện để tạo ra phản ứng ban đầu. Vào năm 1802, nhà hóa học người Mỹ Humphrey Davy đã gắn một sợi bạch kim vào một pin điện sơ khai và làm nó phát sáng rực rỡ trong vài phút. Đến những năm 1840, hàng chục nhà phát minh riêng rẽ đã làm thí nghiệm trên các biến thể của bóng đèn. Bằng sáng chế đầu tiên được cấp vào năm 1841 cho một người Anh tên là Frederick De Moleyns. Sử gia Arthur A. Bright đã tập hợp danh sách các nhà phát minh ra các bộ phận của bóng đèn, dẫn tới chiến thắng chung cuộc của Edison vào năm 1870.



Thomas Edison





Ít nhất một nửa trong số các nhà khoa học trên đã chạm vào công thức cơ bản mà Edison đạt đến: một sợi cacbon treo trong chân không để chống ôxy hóa, từ đó ngăn sợi đốt cháy rụi quá nhanh. Thực tế, khi Edison bắt đầu mày mò với ánh sáng từ điện, ông đã bỏ nhiều tháng xây dựng một hệ thống phản hồi điều chỉnh dòng điện nhằm ngăn sự nóng chảy, trước khi đi tới ý tưởng bỏ sợi đốt vào môi trường chân không – dù gần một nửa những người đi trước ông đã khẳng định chân không là môi trường tốt nhất để duy trì sự phát sáng. Vì vậy bóng đèn là loại phát minh được ghép lại sau nhiều thập kỷ từ các mảnh rời rạc. Không có khoảnh khắc “bật đèn” nào trong câu chuyện về bóng đèn cả. Trong khoảng thời gian Edison còn đang đóng mở công tắc tại ga Pearl Street, một số công ty đã bán các mẫu đèn điện sợi đốt của riêng họ. Nhà sáng chế người Anh Joseph Swan đã bắt đầu thắp sáng các ngôi nhà và rạp hát trước đó một năm. Việc Edison phát minh ra bóng đèn cũng giống Steve Jobs phát minh ra máy nghe nhạc MP3: ông không phải người đầu tiên nhưng ông đã tạo ra một thứ chiếm lĩnh được thị trường.

Vậy tại sao Edison được nhận mọi công lao? Tôi rất muốn sử dụng một lời

tán dương giàu ẩn ý chê bai mà nhiều người dành cho Steve Jobs: bậc thầy marketing và PR. Sự thật là Edison có mối quan hệ rất khăng khít với báo chí. (Ông từng tặng cổ phiếu của công ty mình cho một ký giả để đổi lấy các bài báo có lợi.) Edison cũng là bậc thầy về cái mà ngày nay chúng ta gọi là "vaporware" (bán cái chưa có): công bố các sản phẩm không tồn tại để thị uy đối thủ. Chỉ vài tháng sau khi bắt đầu nghiên cứu đèn điện, ông nói với phóng viên ở New York rằng vấn đề đã được giải quyết và ông sắp sửa tung ra một hệ thống ánh sáng điện kỳ diệu cấp quốc gia. Ông chia sẻ, đó là hệ thống đơn giản tới mức "gã đánh giày cũng hiểu được."

Dù lớn tiếng như vậy, sự thật là mẫu bóng đèn điện tốt nhất trong phòng thí nghiệm của Edison không thể sáng quá năm phút. Song điều đó không ngăn được Edison mời báo giới tới phòng thí nghiệm Menlo Park để chiêm ngưỡng chiếc bóng đèn có tính cách mạng của mình. Ông đưa các phóng viên lần lượt vào phòng, bật công tắc và để anh ta thưởng thức ánh sáng trong ba, bốn phút rồi chỉ đường ra. Khi được hỏi bóng đèn có thể sáng bao lâu, Edison trả lời đầy tự tin: "Gần như vĩnh cửu!"

Tuy nhiên, ngoài tất cả trò giương đông kích tây này, Edison và cộng sự đích thực đã tạo ra được một sản phẩm có tính cách mạng và kỳ diệu – từ mà hệ thống marketing của Apple hẳn sẽ dùng để nói về bóng đèn của Edison. Truyền thông và marketing chỉ đưa bạn tới đây thôi. Vào năm 1882, Edison phát minh ra loại bóng đèn vượt trội hơn hẳn các đối thủ, giống như iPod vượt trội hơn các loại máy nghe nhạc MP3 đối thủ trong những năm đầu ra mắt.

Một phần, "phát minh" bóng đèn điện của Edison đúng nghĩa là sự nhọc nhằn đổ lên các chi tiết hơn là một ý tưởng lớn độc lập. (Câu nói nổi tiếng về việc phát minh được tạo thành từ 1% cảm hứng và 99% nỗ lực lao động chắc chắn đúng với cuộc phiêu lưu về ánh sáng nhân tạo của ông.) Đóng góp riêng lẻ nổi bật nhất của Edison cho bóng đèn điện có lẽ là sợi đốt bằng tre được cacbon hóa. Edison đã bỏ phí ít nhất một năm cố gắng biến bạch kim thành sợi đốt nhưng nó quá tốn kém và dễ chảy. Sau khi từ bỏ bạch kim, Edison và nhóm của mình đã xé nát cả một vườn thực vật đa dạng với các loại vật liệu khác nhau: "xenluloit, phoi gỗ (hoàng dương, vân sam, hồ đào, tuyết tùng, cẩm ấn và phong), gỗ mục, nứa, lanh, bẹ dừa, vỏ dừa và nhiều loại giấy." Sau một năm nghiên cứu, tre được cho là vật liệu bền nhất và nó đã mở ra một

trong các chương lạ lùng nhất của lịch sử thương mại toàn cầu. Edison cử một loạt các phái viên của Menlo Park lùng khắp nơi để tìm ra loại tre cháy sáng nhất trong tự nhiên. Một vị đại diện của Menlo Park đã chèo thuyền xuôi hơn 2.000 dặm đường sông ở Brazil. Một vị khác đến Cuba nhưng không may mắc phải bệnh sốt vàng da và qua đời. Người thứ ba tên là William Moore đã mạo hiểm tới tận Trung Quốc và Nhật Bản, nơi ông giao kết với một nông dân địa phương để mua được loại tre dai nhất mà Menlo Park từng gặp. Thỏa thuận này kéo dài suốt nhiều năm, nó cung cấp sợi đốt để thắp sáng những căn phòng trên khắp thế giới. Edison có thể không phải là người phát minh ra bóng đèn, nhưng ông đã đặt truyền thống cho một điều sẽ trở thành thiết yếu đối với phát minh thời hiện đại: những công ty điện tử của Mỹ nhập khẩu linh kiện từ châu Á. Điều khác biệt duy nhất là ở thời của Edison, nhà máy châu Á là một khu rừng.

Một yếu tố quan trọng nữa dẫn tới thành công vang dội của Edison đến từ nhóm mà ông đã tạo lập ở Menlo Park, họ được nhớ đến như những "người lầm lì". Đội lầm lì ấy đa dạng một cách đáng ngạc nhiên về cả chuyên môn lẫn quốc tịch: thợ cơ khí chế tạo người Anh Charles Batchelor, thợ máy người Thụy Sĩ John Kruesi, nhà vật lý - toán học người Mỹ Francis Upton và khoảng một tá họa sĩ thiết kế, nhà hóa học và thợ kim khí khác. Vì bóng đèn Edison không phải một phát minh riêng lẻ mà là sự tổng hòa của các tiến bộ, sự đa dạng của nhóm làm việc đã trở thành lợi thế chủ yếu của Edison. Thí dụ, giải quyết vấn đề về sợi đốt đòi hỏi hiểu biết khoa học về điện trở và ôxy hóa của Upton để bổ trợ cho phong cách thiên về phi chính quy và trực quan của Edison. Các cải tiến về cơ khí của Batchelor đã kích thích nhóm thử nghiệm nhiều chất liệu khác nhau làm sợi đốt. Menlo Park đánh dấu một hình thức tổ chức sau này rất phổ biến trong thế kỷ 20: các phòng thí nghiệm nghiên cứu và phát triển liên ngành. Theo một cách nào đó, các ý tưởng và công nghệ có tính chuyển biến xuất phát từ những nơi như Phòng thí nghiệm Bell hay trung tâm Xerox-PARC đều bắt nguồn từ xưởng của Edison. Như vậy, Edison không chỉ phát minh ra công nghệ mới, ông đã phát minh ra cả một hệ thống phát minh sẽ thống trị nền công nghiệp ở thế kỷ 20.

Edison cũng khởi đầu một truyền thống khác, thứ sẽ trở nên sống còn với sự sáng tạo trong ngành công nghệ cao hiện đại: trả lương cho nhân viên bằng cổ phần chứ không chỉ bằng tiền mặt. Năm 1879, giữa giai đoạn nghiên cứu gay cấn về bóng đèn, Edison đề nghị trả cho Francis Upton 5% cổ phần của

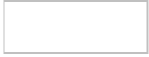
Công ty đèn điện Edison, thay vì mức lương 600 đô-la một năm. Upton đã đấu tranh quyết liệt song cuối cùng đã chấp nhận số cổ phiếu dù vấp phải sự phản đối của người cha, vốn bảo thủ về tài chính hơn. Cuối năm đó, giá trị cổ phiếu của công ty tăng đột biến khiến cổ phần mà Upton nắm giữ có giá 10.000 đô-la, tương đương hơn một triệu đô-la hiện nay. Upton viết cho cha mình: "Con không thể nhịn cười khi nghĩ đến vẻ ngại ngùng của cha ở nhà."

Dù với thước đo nào, Edison cũng là một thiên tài thực thụ, một tượng đài về sáng chế của thế kỷ 19. Song, như câu chuyện về bóng đèn đã cho thấy, chúng ta từ lâu đã hiểu sai về thiên tài ấy. Thành tựu lớn nhất của ông có lẽ là việc tìm ra cách tạo lập các nhóm sáng tạo: tổng hợp các kỹ năng đa dạng trong một môi trường đánh giá cao sự thử nghiệm và chấp nhận thất bại, khuyến khích nhóm bằng phần thưởng tài chính tương ứng với thành công chung của tổ chức và xây dựng dựa trên các ý tưởng bắt nguồn từ người khác. Edison có câu nói nổi tiếng: "Tôi không quá ấn tượng bởi các tên tuổi lớn và danh tiếng của những người có thể đánh bại tôi trong việc phát minh… Chính 'ý tưởng' của họ là thứ hấp dẫn tôi. Đúng ra, tôi nên được gọi là 'miếng bọt biển hơn một nhà phát minh.'"

Bóng đèn là một sản phẩm của một mạng lưới sáng tạo, nên cũng khá phù hợp khi rốt cuộc ánh sáng đèn điện trở thành một mạng lưới hơn là một thực thể đơn lẻ. Việc Edison được tâng công không phải do sợi tre phát sáng trong chân không mà là do hai năm sau, toàn bộ quận Pearl Street được chiếu sáng bằng đèn điện. Để điều này có thể xảy ra, tất nhiên cần phát minh ra bóng đèn; nhưng ta cũng cần đến một nguồn điện ổn định, một hệ thống phân phối dòng điện cho khu dân cư, một cơ chế kết nối các bóng đèn rời rạc vào lưới điện và các thiết bị đo lường lượng điện sử dụng trong mỗi hộ gia đình. Bản thân bóng đèn đã là một vật gây tò mò, khiến báo giới mê mẩn. Điều Edison và đội cộng sự lầm lì của ông tạo ra còn vĩ đại hơn: một mạng lưới đa phát kiến được liên kết với nhau để tạo nên sự kỳ diệu của ánh đèn điện an toàn và có giá phải chăng.

Vì sao chúng ta cần bàn đến vấn đề Edison là một thiên tài độc lập hay chỉ là một phần của mạng lưới sáng tạo rộng lớn hơn? Trước hết, nếu phát minh ra bóng đèn là một câu chuyện phát kiến kinh điển thì chúng ta cũng cần kể lại câu chuyện đó thật chính xác. Nhưng còn nhiều vấn đề khác ngoài việc đính chính lại sự kiện, vì luôn luôn tồn tại những hàm ý xã hội và chính trị trong

các câu chuyện kiểu này. Chúng ta biết chìa khóa cho tiến bộ và mức sống đổi mới công nghệ. Chúng ta mong muốn nâng mức một giờ lao động chỉ mua được 10 phút chiếu sáng đến chỗ mua được 300 ngày.



Bóng đèn sợi cacbon sơ khai của Edison, năm 1897



New York: Cảnh Công ty Đèn điện Brush chiếu sáng đường phố, gần Khách sạn Fifth Avenue

Nếu nghĩ đó là sáng tạo bắt đầu từ con số 0 của một thiên tài độc lập thì ta chỉ thấy vai trò quan trọng của các mô hình ổn định. Còn nếu nghĩ đó là sản phẩm của một mạng lưới, chúng ta sẽ nhìn ra sự hỗ trợ linh hoạt: luật sáng chế bớt cứng nhắc, tiêu chuẩn mở, nhân viên tham gia vào kế hoạch cổ phần và sự kết nối liên ngành. Đèn điện soi sáng nhiều thứ hơn, chứ không chỉ giúp chúng ta đọc sách trên giường: nó giúp ta nhìn rõ hơn cách thức ý tưởng xuất hiện và cả cách để một cộng đồng phát triển chúng.

Ánh sáng nhân tạo còn có mối liên hệ sâu hơn với chính trị. Sáu năm sau khi Edison thắp sáng quận Pearl Street, một nhà hoạt động độc lập đã đẩy phong thư ánh sáng sang một hướng mới khi đi bộ trên những con phố chỉ cách xứ sở thần tiên được Edison chiếu sáng vài tòa nhà về phía bắc. Đội lầm lì đã phát minh hệ thống đèn điện, còn bước đột phá tiếp theo về ánh sáng nhân tạo sẽ đến từ một nhà báo.

CHÔN SÂU GẦN TRUNG TÂM kim tự tháp Giza là một hốc lát đá hoa cương được gọi là “Phòng của Nhà vua”. Căn phòng chứa duy nhất một vật: chiếc hộp hình chữ nhật, đôi khi được gọi là “rương”, chạm từ đá hoa cương Aswan đỏ, một góc đã bị mẻ. Tên của căn phòng xuất phát từ sự ám chỉ rằng chiếc rương từng là quan tài chứa xác của Khufu, vị Pharaoh đã xây kim tự tháp này hơn 4.000 năm trước. Nhưng nhiều nhà Ai Cập học lại cho rằng chiếc rương được sử dụng vì các mục đích khác. Một giả thuyết vẫn được lưu truyền cho rằng chiếc rương có kích thước giống hệt với mô tả của Kinh Thánh về chiếc Hòm Giao ước nguyên bản, do đó có thể chiếc rương từng là chiếc Hòm huyền thoại kia.

Mùa thu năm 1861, một vị khách đã tới Phòng của Nhà vua, đau đáu về một giả thuyết cũng kỳ dị không kém xoay quanh một chiếc hòm khác trong Cựu ước. Đó là Charles Piazzi Smyth, người 15 năm trước từng là một nhà thiên văn học của Hoàng gia Scotland, dù ông là một nhà thông thái cổ điển thời Victoria với hàng tá sở thích chiết trung. Trước đó, Smyth đã đọc một cuốn sách kỳ lạ nói rằng các kim tự tháp vốn do chính Noah trong Kinh Thánh xây nên. Vốn là một nhà Ai Cập học hàn lâm, Symth bị giả thuyết này ám ảnh đến mức phải rời khỏi ngôi nhà ở Edinburgh tới Giza, để trực tiếp khảo sát. Chuyến khảo sát rốt cuộc đã đem tới một mớ hổ lốn lạ lùng của số học và lịch sử cổ đại, được ông xuất bản trong loạt sách suốt những năm sau đó. Dựa trên phân tích chi tiết về cấu trúc của kim tự tháp, ông cho rằng chúng được xây dựng dựa trên một đơn vị đo lường gần như tương đương với inch của người Anh hiện nay. Ông lý giải sự tương thích này là dấu hiệu cho thấy inch là đơn vị thiêng liêng, được Chúa truyền trực tiếp cho Noah. Nó trao cho Smyth vũ khí để phản đối hệ mét, khi đó bắt đầu xâm nhập vào Anh qua eo biển Manche. Việc tìm ra đơn vị inch của người Ai Cập cho thấy rõ hệ mét không chỉ là dấu hiệu cho thấy thế lực ác độc của người Pháp. Đó còn là sự phản bội ý Chúa.

Khám phá của Smyth tại Kim tự tháp Giza có lẽ không chịu được thử thách của thời gian hay thậm chí không ngăn được nước Anh chuyển sang hệ mét. Tuy vậy, ông đã làm nên lịch sử trong Phòng của Nhà vua. Smyth mang theo các công cụ cồng kềnh, dễ vỡ của kỹ thuật chụp ảnh bảng ướt (tối tân lúc bấy giờ) để ghi lại những phát hiện của mình. Song các tấm kính tráng collodion không thể chụp được hình ảnh rõ ràng trong Phòng của Nhà vua, kể cả khi được rọi đuốc. Các nhiếp ảnh gia đã mày mò với ánh sáng nhân tạo từ khi những hình chụp theo phép Đage lần đầu tiên được in ra vào thập niên 1830, song gần như tất cả mọi giải pháp tính tới lúc đó vẫn chưa đem lại kết quả thỏa mãn. (Rõ ràng nến và đèn khí đốt đều vô ích.) Ban đầu họ đã thử đốt nóng một quả cầu canxi cacbonat – thứ đèn chiếu sáng các sân khấu trước khi đèn điện ra đời – song các bức ảnh của Smyth vẫn có độ tương phản quá cao với các khuôn mặt trắng ma quái.

Các thí nghiệm với ánh sáng nhân tạo thất bại cho thấy tại thời điểm Smyth khởi đầu ở Phòng của Nhà vua, tức hơn 30 năm sau khi phép chụp hình Đage ra đời, nghệ thuật nhiếp ảnh vẫn phụ thuộc hoàn toàn vào ánh sáng tự nhiên, một nguồn tài nguyên không hề dồi dào trong lòng một kim tự tháp khổng lồ.

Nhưng Smyth đã nghe nói về thí nghiệm sử dụng sợi làm từ magie: người chụp sẽ xoắn dây magie thành hình vòm và đốt nó trước khi chụp ảnh trong môi trường ánh sáng yếu. Kỹ thuật này khả quan song nó lại tạo ra thứ ánh sáng kém ổn định và một lượng khói đặc không hề dễ chịu. Đốt dây magie trong môi trường kín khiến các tấm ảnh chân dung bình thường trông như được phủ dưới màn sương dày.

Piazzi Smyth nhận thấy trong Phòng của Nhà vua, ông cần thứ gì đó gần giống với ánh chớp hơn là đám cháy chậm. Vì thế – lần đầu tiên trong lịch sử – ông đã trộn magie với thuốc súng để tạo ra một vụ nổ nhỏ kiểm soát được, nhằm thắp sáng các bức tường Phòng của Nhà vua trong một phần của giây, cho phép ghi lại các bí mật trên đĩa thủy tinh. Ngày nay, du khách đi qua Kim tự tháp Giza sẽ gặp các biển cấm sử dụng đèn flash để chụp ảnh bên trong. Chúng không hề đề cập rằng Kim tự tháp Giza là nơi phát minh ra phương pháp chụp ảnh flash.

Hoặc ít ra đây cũng là một trong những nơi mà phương pháp chụp ảnh bằng đèn flash được phát minh. Cũng như đèn điện Edison, câu chuyện thật sự về nguồn gốc của việc dùng đèn flash trong nhiếp ảnh là một vấn đề phức tạp và có tính mạng lưới hơn. Các ý tưởng vĩ đại được tích lũy dần dần từ các đột phá nhỏ hơn. Piazzi Smyth có thể là người đầu tiên trên thế giới nghĩ ra ý tưởng kết hợp magie với một chất giàu ôxy và dễ cháy nhưng phải hai thập niên sau, phương pháp chụp ảnh với đèn flash mới trở nên phổ biến khi hai nhà khoa học người Đức, Adolf Miethe và Johannes Gaedicke trộn bột magie mịn và kali clorat, tạo nên một loại hỗn hợp ổn định hơn, cho phép chụp ảnh màn trập tốc độ cao tại các môi trường ánh sáng yếu. Họ gọi đó là Blitzlicht, có nghĩa đen là “ánh sáng lóe lên”.

Tin tức về phát minh của Miethe và Gaedicke sớm vượt khỏi biên giới nước Đức. Vào tháng 10 năm 1887, một tờ báo ở New York cho đăng tải bốn dòng tin vắn về Blitzlicht. Nó không phải một thứ tin trang nhất; đa số người New York đều bỏ qua. Tuy nhiên, ý tưởng về chụp ảnh với đèn flash đã khởi động chuỗi liên tưởng trong tâm trí một độc giả – phóng viên đồng thời là nhiếp ảnh gia nghiệp dư, người đã tình cờ đọc được bài báo vào bữa điểm tâm sáng với vợ tại Brooklyn. Tên anh là Jacob Riis.

Anh chàng Riis 28 tuổi nhập cư từ Đan Mạch rồi đây sẽ đi vào vào sử sách như một trong những nhà báo phơi bày sự thật (muckraker) cuối thế kỷ 19,

người đã làm nhiều hơn bất cứ nhân vật nào cùng thời để phô bày sự bẩn thỉu của đời sống ở các khu ổ chuột và truyền cảm hứng cho phong trào cải cách tiến bộ. Thế nhưng cho đến tận bữa sáng năm 1887 đó, các nỗ lực của Riis nhằm soi rọi điều kiện sống kinh hoàng của các khu ổ chuột Manhattan vẫn chưa lay động được công chúng. Là người thân tín với Ủy viên Hội đồng cảnh sát Teddy Roosevelt nên anh có cơ hội khám phá chiều sâu của Five Points và các khu nhà tồi tàn khác của Manhattan suốt nhiều năm. Với nửa triệu dân chui rúc trong 15.000 căn chung cư xập xệ, những khu vực ở Mahattan là nơi có mật độ dân số cao nhất thế giới. Riis thích đi dạo vào đêm muộn qua các con hẻm ảm đạm trên đường từ trụ sở cảnh sát trên phố Mulberry về nhà ở Brooklyn. “Chúng tôi thường đi vào sáng tinh mơ, đến những khu nhà xập xệ nhất để đếm đầu người và xem liệu họ có vi phạm luật chống quá tải. Cảnh tượng trông thấy khiến trái tim tôi đau thắt đến mức tôi cảm thấy nhất định phải kể ra, nếu không sẽ bị nổ tung, hoặc trở thành vô chính phủ hay tương tự thế.” Riis về sau nhớ lại.

Kinh hoàng trước những cảnh tượng trông thấy, anh bắt đầu viết về tấn bi kịch ở các khu ổ chuột để gửi tới các tờ báo địa phương, tạp chí quốc gia như Scribners và Harper’s Weekly. Các thiên tường thuật của anh về nỗi tủi nhục như một thứ truyền thống lâu đời của đô thị, ít nhất từ chuyến thăm kinh hoàng của Dickens đến New York năm 1840. Một số cuộc điều tra thấu đáo sự suy đồi tại các khu ổ chuột đã được công bố suốt nhiều năm, với các tiêu đề như “Báo cáo của Hội đồng Vệ sinh và Sức khỏe cộng đồng”. Thể loại sách hướng dẫn “ánh dương và đêm tối” về Five Points và những nơi tương tự nở rộ sau Nội chiến, khiến du khách tò mò khám phá các mảng tả tơi giấu kín của đời sống đô thị hay ít nhất cũng gián tiếp khám phá chúng từ ốc đảo đô thị an toàn, nhỏ bé của họ. (Cụm từ “slumming it” – sống dưới mức nghèo khổ – bắt nguồn từ các chuyến đi này.) Dù được viết theo nhiều phong cách khác nhau, các bài viết này đều có chung một đặc điểm: hầu như không có tác dụng cải thiện điều kiện sống thực tế của cư dân khu ổ chuột.

Riis từ lâu đã ngờ rằng vấn đề cải tổ khu ổ chuột và khu đô thị nghèo nói chung, suy đến cùng chỉ là chuyện hão huyền. Nếu không đi qua các con phố của Five Points lúc nửa đêm hoặc lủi vào phần tối của các căn hộ bên trong, bạn sẽ không bao giờ hình dung được điều kiện sống của họ; chúng quá xa lạ với trải nghiệm hằng ngày của một người Mỹ bình thường, hay ít nhất là hầu hết công dân Mỹ có quyền bỏ phiếu. Và vì thế nhiệm vụ chính trị nhằm làm

sạch thành phố chưa bao giờ tập hợp đủ nguồn lực để vượt qua rào cản của sự thờ ơ.



Jacobs Riis, những năm 1900

Giống như những nhà ghi biên niên sử về sự xuống cấp đô thị trước đó, Riis đã thử dùng một vài cách để minh họa sự xuống cấp giá trị con người ở các khu ổ chuột. Song những nét vẽ vẫn luôn tô hồng nỗi thống khổ: ngay cả căn nhà hầm ảm đạm nhất trông vẫn đẹp đẽ như một tác phẩm điêu khắc. Có lẽ chỉ các bức ảnh mới có thể ghi lại sự thật với đủ độ phân giải để lay động trái tim; nhưng mỗi lần thử nghiệm chụp ảnh, Riss đều lâm vào cùng một sự bế tắc. Đa số những thứ anh muốn chụp đều ở trong môi trường ánh sáng tối thiểu. Thật ra sự thiếu thốn ánh nắng mặt trời, dù là gián tiếp, ở rất nhiều căn hộ ổ chuột chính là điểm khiến chúng khó chấp nhận. Đây là một thách thức với Riis: khi sử dụng nhiếp ảnh, những môi trường quan trọng nhất của thành phố – hay đúng hơn là một vài trong số các khu sinh sống mới của thế giới – sẽ vô hình theo nghĩa đen. Không ai nhìn thấy chúng.

Tất cả điều này đều lý giải cho sự thấu hiểu của Jacob Riis bên bàn ăn sáng vào năm 1887. Tại sao phải phí thời gian với những bản phác họa khi phương pháp Blitzlicht có thể tỏa sáng trong bóng tối?

Trong vòng hai tuần kể từ phát hiện trong bữa sáng đó, Riis thành lập một đội nhiếp ảnh nghiệp dư (và một vài viên cảnh sát tò mò) đi vào lòng thành phố tăm tối, được vũ trang bằng Blitzlicht theo nghĩa đen. (Ánh sáng flash được tạo ra bằng cách bắn một ống hợp chất từ một khẩu súng lục.) Không ít cư dân khu Five Points thấy đoàn chụp hình này thật khó hiểu. Riis về sau đã mô tả lại: “Cảnh nửa tá người lạ xâm nhập vào ngôi nhà của bạn buổi đêm, được trang bị súng lớn và bắn không ngừng chắc chắn gây bất an dù chúng tôi vỗ về ngọt ngào đến đâu. Cũng không khó hiểu khi những người thuê nhà chui qua cửa sổ và tụt xuống theo lối thoát hiểm ở bất cứ đâu chúng tôi đến.”

Ít lâu sau, Riis thay súng lục bằng một chiếc chảo rán. Anh tuyên bố thiết bị chụp ảnh giờ đây thân thuộc hơn, giúp các đối tượng sẽ thoải mái hơn khi bắt gặp thứ công nghệ mới khó hiểu này. (Bản thân việc bị chụp ảnh đã đủ lạ lùng với đa số họ.) Đó vẫn còn là một công việc nguy hiểm; một vụ nổ nhỏ

trong chảo suýt làm mù mắt Riis, căn nhà của anh đã hai lần bị cháy rụi vì thử nghiệm đèn flash. Tuy nhiên cuối cùng những hình ảnh xuất hiện từ các cuộc thám hiểm thành phố đã thay đổi lịch sử. Nhờ kỹ thuật in bán sắc tân kỳ, Riis đã xuất bản cuốn sách ảnh bán chạy nhất, How The Other Half Lives (Nửa còn lại sống thế nào) và đi khắp nước Mỹ để thuyết giảng với sự đồng hành của các bức ảnh chụp có đèn kỳ diệu về khu Five Points và sự nghèo khổ vốn từng vô hình ở đây. Việc tập hợp lại trong một phòng tối, cùng xem các bức ảnh được chiếu sáng trên một tấm màn rồi sẽ trở thành nghi thức của trí tưởng tượng và ước mơ trong thế kỷ 20. Song với nhiều người Mỹ, hình ảnh đầu tiên họ nhìn thấy trong các môi trường như thế lại nói về sự dơ dáy và nỗi đau khổ của con người.

Những cuốn sách, bài thuyết giảng của Riis – và những bức ảnh trong đó – đã tạo nên sự chuyển biến lớn trong dư luận, tạo đà cho một trong những cải cách xã hội vĩ đại của lịch sử nước Mỹ. Chỉ sau một thập niên xuất bản, những hình ảnh của Riis đã giúp ích trong việc ban hành Đạo luật Nhà cho thuê New York, một trong những cuộc cải cách lớn đầu tiên của Thời đại Tiến bộ, giúp loại bỏ phần lớn những điều kiện sống kinh hãi mà Riis từng ghi lại. Công trình của Riis châm ngòi cho một truyền thống đưa tin vạch trần mới, rốt cuộc sẽ giúp cải thiện cả điều kiện làm việc ở các nhà máy. Việc soi sáng sự dơ bẩn của các khu ổ chuột thực sự đã thay đổi bản đồ của các trung tâm đô thị trên toàn thế giới.

Một lần nữa, chúng ta lại thấy được những bước tiến kỳ lạ của cánh chim ruồi trong lịch sử xã hội: những phát minh mới đã mang lại kết quả mà người tạo ra chúng không thể mơ tới. Ích lợi của việc trộn magie với kali clorat có vẻ rõ ràng hơn hết: Blitzlicht giúp ghi lại hình ảnh chính xác trong môi trường ánh sáng yếu. Song khả năng mới này gần như ngay lập tức mở rộng khoảng khả thi cho các cách nhìn mới. Đây là điều mà Riis gần như lập tức hiểu ra. Nếu bạn có thể nhìn trong bóng tối, nếu bạn có thể chia sẻ cái nhìn ấy với người lạ khắp thế giới nhờ vào phép thuật của nhiếp ảnh, đến một lúc nào đó, thế giới ngầm của Five Points sẽ phô bày mọi hiện thực bi đát của nó. Những mô tả có tính thống kê khô khan trong “Báo cáo của Hiệp hội Vệ sinh và Sức khỏe cộng đồng” sẽ được thay thế bởi những con người thật trong không gian cực kỳ dơ dáy.

Mạng lưới trí tuệ tạo ra phương pháp chụp ảnh flash, từ những người thợ hàn

đầu tiên với ánh sáng đá vôi đến Smyth, Miethe và Gaedicke, đã chủ động khởi hành với mục tiêu rõ ràng: xây dựng một công cụ cho phép chụp ảnh trong bóng tối. Tuy nhiên, giống như hầu hết mọi sáng tạo quan trọng khác trong lịch sử loài người, cú đột phá này trở thành nền tảng cho các sáng tạo khác ở những lĩnh vực cực kỳ khác biệt. Chúng ta thường muốn sắp xếp thế giới thành các ngăn gọn ghẽ: nhiếp ảnh ở đây, chính trị ở kia.



New York City: Nơi ở của người nhập cư trên phố Bayard.

Ảnh do Jacob Riis chụp, năm 1888

Thế nhưng lịch sử của Blizlicht nhắc chúng ta rằng các ý tưởng luôn đi theo hệ thống. Chúng hình thành thông qua các mạng lưới hợp tác và khi được tung ra, chúng sẽ khởi động các thay đổi trong nhiều lĩnh vực khoa học đơn lẻ. Nỗ lực của một thế kỷ phát minh ra phương pháp chụp ảnh với đèn flash đã thay đổi cuộc sống của hàng triệu cư dân thành thị trong thế kỷ sau.

Tầm nhìn của Riis cũng đóng vai trò như sự sửa sai cho sự thái quá của thuyết định luận công nghệ thô sơ. Gần như chắc chắn sẽ có ai đó phát minh ra phương pháp chụp ảnh với đèn flash trong thế kỷ 19. (Việc nó được phát minh lặp cho thấy đây là thời điểm ý tưởng chín muồi.) Song bản chất của công nghệ này không chủ đích thắp sáng cuộc đời của những con người ít có khả năng chi trả để hưởng thụ nó nhất. Bạn sẵn căn cứ để suy đoán, vấn đề chụp ảnh thiếu sáng sẽ sớm được giải quyết vào những năm 1900. Nhưng chẳng ai ngờ rằng ứng dụng phổ biến đầu tiên của nó lại ở dưới dạng cuộc thập tự chinh chống lại đói nghèo ở đô thị. Điểm mấu chốt đó thuộc riêng Riis. Cuộc hành quân của kỹ thuật trải rộng khoảng khả thi quanh ta, nhưng việc khám phá nó như thế nào lại tùy thuộc vào chúng ta.

MÙA THU NĂM 1968, 16 thành viên của một xưởng thực hành thuộc trường Nghệ thuật và Kiến trúc, Đại học Yale – ba giảng viên và 13 sinh viên – đã bắt đầu chuyến thực địa 10 ngày để nghiên cứu thiết kế đô thị. Chuyện này vốn không có gì mới: sinh viên kiến trúc thường đi tham quan những phế tích và tượng đài ở Rome, Paris hay Brasília từ khi ngành học này ra đời. Điều lạ lùng là nhóm đã bỏ qua phong cách Gothic quyến rũ của New Haven để tới một kiểu thành phố hoàn toàn khác, một nơi đang tăng trưởng nhanh

hơn bất kỳ di tích cổ xưa nào: Las Vegas. Las Vegas không có chút gì giống các khu ổ chuột đông đúc như ở Manhattan của Riis. Song cũng như Riis, xưởng thực hành của Đại học Yale cảm thấy một thứ gì mới mẻ và quan trọng đang xảy ra ở dải đất này. Dẫn đầu bởi Robert Venturi và Denise Scott Brown – cặp vợ chồng mở đường cho trào lưu kiến trúc hậu hiện đại –, xưởng thực hành Đại học Yale đã bị lôi cuốn tới tận rìa sa mạc bởi sự mới mẻ của Las Vegas, bởi giá trị gây kinh ngạc mà họ tìm ra khi làm việc cẩn thận và bởi cảm nhận rằng họ đang chứng kiến tương lai được sinh ra. Song hơn bất cứ thứ gì khác, họ tới Vegas để thấy một thứ ánh sáng mới. Họ bị ánh đèn neon hút hồn như những con bướm đêm bị ngọn lửa lôi cuốn.

Tuy được gọi là “khí hiếm” nhưng trong thực tế, neon có mặt ở mọi nơi trong khí quyển, dù chỉ tồn tại với một lượng rất nhỏ. Mỗi khi thở, bạn sẽ hít vào một lượng nhỏ neon trộn với một lượng lớn nitơ và ôxy. Vào những năm đầu của thế kỷ 20, George Claudes – một nhà khoa học người Pháp – đã tạo ra một hệ thống sản xuất khí nitơ lỏng và ôxy lỏng với số lượng lớn. Sở hữu các nguyên tố này ở quy mô công nghiệp đã tạo ra một chất thải thú vị: neon. Dù neon chỉ chiếm 1/66.000 trong không khí bình thường, thiết bị của Claude có thể sản xuất ra một trăm lít khí neon mỗi ngày.

Claude quyết định tìm hiểu cách sử dụng nguồn khí neon sẵn có quanh mình, và đúng theo phong cách “khoa học điên”, ông thử tách khí này và cho dòng điện chạy qua. Khi được tiếp xúc với dòng điện, khí neon ngay lập tức bùng lên một vệt sáng đỏ rực rỡ. (Thuật ngữ kỹ thuật của quá trình này là ion hóa.) Các thí nghiệm xa hơn cho thấy các khí hiếm khác như argon và hơi thủy ngân sẽ tạo ra màu sắc khác nhau khi nhiễm điện và chúng sáng gấp năm lần so với bóng đèn sợi đốt truyền thống. Claude lập tức đăng ký bằng sáng chế đèn neon và tổ chức trưng bày phát minh trước cung điện Grand Palais ở Paris. Khi nhu cầu về sản phẩm bắt đầu tăng lên, Claude phải kinh doanh nhượng quyền phát minh của mình, không khác gì mô hình của McDonald’s và KFC nhiều năm về sau. Ánh đèn neon đã tỏa khắp các đô thị của châu Âu và nước Mỹ.



Cảnh đêm ở khu thương mại Las Vegas, Nevada trong những năm 1960

Đầu thập niên 1920, ánh đèn neon lần đầu tiên tìm đến với Tom Young, một

người Anh nhập cư sống ở Utah, người đã mở một doanh nghiệp nhỏ thiết kế bảng hiệu viết tay. Young nhận thấy neon không chỉ tạo ra ánh sáng màu; với những ống thủy tinh chứa khí này, bảng hiệu neon có thể làm nổi bật ký tự dễ dàng hơn các bộ sưu tập bóng đèn. Được Claude nhượng quyền cấp phép, Young liền thành lập một doanh nghiệp mới trải khắp vùng Tây Nam nước Mỹ. Ông nhận thấy con đập Hoover sắp được hoàn tất sẽ đem lại một nguồn điện khổng lồ cho sa mạc, cung cấp dòng điện đủ để ion hóa cả một thành phố đèn neon. Ông lập ra công ty mới, Công ty Bảng hiệu điện Young, tức YESCO. Không lâu sau, chính ông đã dựng bảng hiệu cho The Boulders, một khách sạn kết hợp sòng bài mới toanh, khai trương ở thành phố Las Veagas tối tăm của bang Nevada.

Đây là một sự va chạm tình cờ – một công nghệ mới từ Pháp tìm đường đến những con chữ trên bảng hiệu tại Utah – sẽ tạo ra một trong các biểu tượng của đô thị thế kỷ 20. Biển hiệu đèn neon sẽ trở thành đặc trưng của các trung tâm thành phố lớn trên thế giới – hãy nghĩ tới Quảng trường Thời đại ở New York hay Giao lộ Shibuya ở Nhật Bản. Song có lẽ không nơi nào nhiệt tình chào đón đèn neon như Las Vegas và đa số các tác phẩm phóng khoáng bằng neon đó đều do YESCO thiết kế, lắp đặt và bảo trì. Giữa thập niên 1960, Tom Wolfe từng viết như sau: “Las Vegas là thành phố duy nhất trên thế giới mà đường chân trời được tạo ra bởi các bảng hiệu chứ không phải các tòa nhà. Nhìn về Las Vegas từ xa lộ 91 cách đó một dặm, bạn sẽ không thấy nhà cửa, cây cối mà chỉ thấy toàn các bảng hiệu. Chúng cao như tháp. Chúng xoay, chúng đung đưa và đa dạng về hình thức tới mức ngôn ngữ hiện tại của lịch sử nghệ thuật trở nên vô vọng.”

Chính sự vô vọng đó đã đưa Venturi và Brown tới Las Vegas với sự tháp tùng của các sinh viên kiến trúc vào mùa thu năm 1968. Brown và Venturi cảm nhận rằng có một ngôn ngữ hình ảnh mới đang xuất hiện từ ốc đảo sa mạc lấp lánh này, nó không hề giống ngôn ngữ của lối thiết kế theo chủ nghĩa hiện đại. Khởi đầu, Las Vegas đã tự định hướng nó xung quanh điểm thuận lợi chiến lược của một người lái xe hơi, đổ xuống đường Fremont hay khu Strip: các cửa hiệu và sự bày biện trên vỉa hè nhường chỗ cho những chàng cao bồi neon cao 20 m. Các kiến trúc hình khối nghiêm trang như Tòa nhà Seagram hay Brasília nhường chỗ cho sự hỗn loạn tưng bừng: miền Tây hoang dã của các mỏ vàng lấn át các thiết kế cổ điển kiểu Anh, đặt cạnh các tranh biếm họa, phía trước là chuỗi trung tâm tiệc cưới bất tận. Brown và

Venturi viết: “Sự ám chỉ, bình luận về quá khứ hay hiện tại, về những câu chuyện tầm thường hay những lời lẽ sáo rỗng cũ kỹ, thiêng liêng và thô tục – đó là những gì kiến trúc hiện đại đang thiếu. Tuy vậy, chúng ta có thể học từ Las Vegas cũng như các nghệ sĩ khác đã học từ sự trần tục và nguồn gốc phong cách của họ.”

Thứ ngôn ngữ nghệ thuật về ám chỉ, bình luận và lời sáo rỗng ấy được viết bằng neon. Brown và Venturi đã đi xa như thế để chép lại từng dòng chữ được thắp sáng trên phố Fremont. Họ viết: “Vào thế kỷ 17, Rubens đã mở một xưởng vẽ tập trung vào các công đoạn như vẽ hoa lá trang trí hay mẫu khỏa thân. Ở Las Vegas, cũng có một xưởng bảng hiệu như thế, đó là Công ty Bảng hiệu điện Young.” Cho tới thời điểm đó, sự điên cuồng về biểu tượng của Las Vegas chỉ thuộc về thế giới thương mại ít cần trí tuệ; các biển quảng cáo sặc sỡ dẫn đường tới sòng bạc, hay thậm chí tệ hơn thế. Nhưng Brown và Venturi đã nhìn thấy một điều vô cùng thú vị trong mớ hỗn độn đó. Như Georges Claude đã trải nghiệm 60 năm trước: thứ người này bỏ đi là kho báu của người khác.

Hãy nghĩ về các dòng chảy khác nhau này: các phân tử của một loại khí hiếm bị bỏ lơ cho đến tận năm 1898; một nhà khoa học kiêm kỹ sư đã mày mò với phế phẩm từ thứ “không khí lỏng” của mình; một doanh nghiệp thiết kế biển hiệu và một thành phố bung nở khó tin nơi sa mạc. Tất cả hội tụ trong Learning From Las Vegas (Học từ Las Vegas), một cuốn sách khiến các kiến trúc sư và các nhà quy hoạch đô thị phải nghiên cứu và tranh luận – thậm chí là tranh cãi – trong suốt nhiều thập kỷ. Không cuốn sách nào ảnh hưởng mạnh mẽ như thế đến phong cách hậu hiện đại, thứ sẽ thống trị nghệ thuật và kiến trúc hai thập kỷ sau đó.

Học từ Las Vegas cho chúng ta một thí dụ về cách mà phương thức tiếp cận toàn cảnh hé lộ các yếu tố bị lãng quên trong khung kiến giải lịch sử truyền thống: lịch sử kinh tế, nghệ thuật và cả mô hình phát minh “thiên tài đơn độc ”. Nếu bạn tự đặt câu hỏi tại sao chủ nghĩa hậu hiện đại lại xuất hiện như một phong trào, ở một mức độ căn bản, câu trả lời phải bao gồm Georges Claude và hàng trăm lít khí neon ông sản xuất. Sáng tạo của Claude tất nhiên không phải là nguyên nhân duy nhất song nếu ở một thế giới khác nơi không có đèn neon, sự trỗi dậy của kiến trúc hậu hiện đại chắc chắn sẽ theo một hướng khác. Sự tương tác kỳ lạ của khí neon và điện; mô hình nhượng quyền công

nghệ mới – mỗi yếu tố là một phần của cấu trúc hỗ trợ giúp cho Học từ Las Vegas rất dễ hình dung.

Điều này có vẻ giống trò chơi Sáu cấp độ của Kevin Bacon: cứ đi theo một chuỗi nhân quả đủ dài, bạn có thể tìm ra mối liên kết giữa kiến trúc hậu hiện đại với Vạn Lý Trường Thành của Trung Quốc hay sự tuyệt chủng của khủng long. Song tồn tại một liên kết trực tiếp giữa neon và kiến trúc hậu hiện đại: Claude tạo ra đèn neon, Young đưa nó tới Las Vegas, nơi mà Venturi và Brown quyết định sẽ nghiên cứu một cách nghiêm túc thứ ánh sáng "xoay và đung đưa" này. Tất nhiên, Venturi và Brown cũng cần nguồn điện – nhưng ở thập niên 1960 gần như mọi thứ đều cần điện. Điện đưa con người lên Mặt trăng, hỗ trợ ban nhạc Velvet Underground và cả bài diễn văn "I Have a Dream". Cùng một lập luận, Venturi và Brown cũng cần các loại khí quý bởi chắc chắn họ cần ôxy để viết cuốn Học từ Las Vegas. Song chính khí hiếm neon mới khiến câu chuyện của họ độc đáo.

NHỮNG Ý TƯỞNG LỌT RA KHỎI ĐỊA HẠT KHOA HỌC, hòa mình vào dòng chảy thương mại, nơi chúng trôi dạt vào các lĩnh vực khó đoán định hơn của nghệ thuật và triết học. Song đôi khi chúng vận động ngược dòng: từ suy đoán mỹ học xâm nhập vào khoa học thuần túy. Năm 1898, H. G. Wells xuất bản cuốn tiểu thuyết tiên phong có tựa đề The War Of The Worlds (Chiến tranh giữa các thế giới). Ông đã góp phần sáng tạo ra dòng sách khoa học viễn tưởng sau này sẽ đóng vai trò chủ đạo trong trí não quần chúng suốt thế kỷ kế tiếp. Cuốn sách này đã đưa một thuật ngữ cụ thể vào quy tắc khoa học viễn tưởng còn non trẻ: "tia nhiệt", được đám xâm lược đến từ Hỏa tinh sử dụng để hủy diệt toàn bộ các thành phố. Well viết về những người ngoài hành tinh tài giỏi công nghệ này: "Người ngoài hành tinh có thể tạo ra sức nóng dữ dội trong một buồng hoàn toàn không dẫn điện. Họ chiếu sức nóng dữ dội này thành chùm song song lên vật thể mục tiêu bằng một tấm gương parabol được đánh bóng làm bằng một chất liệu chưa rõ, giống như cách tấm gương parabol của ngọn hải đăng rọi một chùm sáng."

Tia nhiệt là một trong các sản phẩm của trí tưởng tượng mà nhiều người tin có thật. Từ Flash Gordon tới Star Trek (Du hành giữa các vì sao) và Star Wars (Chiến tranh giữa các vì sao), vũ khí sử dụng chùm sáng gần như trở thành bắt buộc trong bất kỳ nền văn minh tương lai tân tiến nào. Nhưng chùm tia laser thậm chí không tồn tại cho đến tận cuối thập niên 1950 và chỉ trở

thành một phần của đời sống hằng ngày hai thập kỷ sau. Đây không phải lần đầu tiên các nhà văn khoa học viễn tưởng đi trước giới khoa học.

Đám đông hâm mộ khoa học viễn tưởng vẫn mắc một sai lầm, ít nhất trong ngắn hạn. Trên thế giới không tồn tại bất kỳ thứ tia sáng nào có thể giết người, còn thứ gần nhất với vũ khí của Flash Gordon là súng laser đồ chơi. Và khi tia laser thật sự xuất hiện, hóa ra chúng quá tệ để vũ trang, nhưng lại xuất sắc ở một số việc mà các tác giả khoa học viễn tưởng không bao giờ nghĩ tới, chẳng hạn soi giá của một thanh kẹo cao su.

Cũng như bóng đèn, tia laser không phải là một phát minh riêng lẻ; trái lại, đúng như nhà sử học công nghệ Jon Gertner đã viết, “nó là kết quả tất yếu của cơn bão phát minh trong thập niên 1960”. Nó bắt nguồn từ các nghiên cứu tại Phòng thí nghiệm Bell, Hughes Aircraft và thú vị nhất là từ sự mày mò độc lập của nhà vật lý Gordon Gould, người đã xác minh thiết kế đầu tiên cho tia laser trong một cửa hàng kẹo ở Manhattan, và dành 30 năm cuộc đời để theo đuổi cuộc chiến pháp lý về bằng sáng chế laser (rốt cuộc ông đã chiến thắng). Tia laser là một chùm tia sáng tập trung cao độ mà ở đó sự hỗn loạn của ánh sáng bị giảm xuống một tần suất có trật tự duy nhất. Kỹ sư John Pierce của Phòng thí nghiệm Bell từng nhận xét: “Tia laser với ánh sáng thông thường giống như tín hiệu phát sóng so với tĩnh điện.”

Tuy nhiên laser khác bóng đèn ở chỗ, mối quan tâm ban đầu về nó không được thúc đẩy bởi hình dung rõ rệt về sản phẩm tiêu dùng. Các nhà nghiên cứu biết rõ tín hiệu tập trung của tia laser truyền dữ liệu hiệu quả hơn so với dây điện, nhưng cách chính xác để đưa băng thông ấy vào sử dụng thì ít rõ ràng hơn. Pierce khi đó lý giải: “Khi xuất hiện thứ gì liên quan mật thiết đến tín hiệu và truyền thông, thứ gì đó mới mẻ và ít được biết đến nhưng bạn lại có nhân lực để làm thì tốt nhất bạn nên thử và sau đó mới cần suy tính chi tiết tại sao mình lại bắt tay vào.” Cuối cùng, như chúng ta thấy, công nghệ laser đóng vai trò cực kỳ quan trọng trong truyền thông kỹ thuật số nhờ vai trò của nó với cáp quang. Nhưng ứng dụng thực sự đầu tiên của tia laser đã xuất hiện tại quầy thanh toán giữa thập niên 1970 cùng máy quét mã vạch.

Ý tưởng tạo ra một loại máy móc có thể đọc mã để xác định sản phẩm và giá được nhen nhóm trong gần nửa thế kỷ. Lấy cảm hứng từ các dấu gạch nối và dấu chấm trong mã Morse, một nhà phát minh có tên Norman Woodland đã thiết kế một mã hình ảnh giống với bảng phi tiêu vào thập niên 1950. Nhưng

Norman còn cần thêm một bóng đèn 500 W – sáng gấp gần mười lần bóng đèn thông thường – để đọc mã và thậm chí vẫn chưa thể đọc thật sự chính xác. Tuy vậy, tia laser đã đảm đương cực kỳ xuất sắc công việc này, kể cả trong giai đoạn sơ khởi. Đầu thập niên 1970, chỉ vài năm sau khi tia laser ra đời, hệ thống mã vạch hiện đại – còn được gọi là Mã Sản phẩm Toàn cầu (UPC) – đã trở thành tiêu chuẩn chính. Ngày 26 tháng 6 năm 1974, thanh kẹo cao su tại một siêu thị ở Ohio trở thành sản phẩm đầu tiên được quét mã vạch bằng tia laser. Công nghệ này phổ biến chậm: cuối năm 1978, chỉ 1% cửa hàng có máy đọc mã vạch. Nhưng ngày nay, hầu hết mọi thứ bạn mua đều đề mã vạch.

Năm 2012, Giáo sư kinh tế Emek Basker đã xuất bản tài liệu đánh giá tác động của việc quét mã vạch đối với nền kinh tế, phân tích sự phát triển rộng rãi của công nghệ này, từ các cửa hàng gia đình tới các chuỗi lớn. Dữ liệu của Basker xác nhận có sự đánh đổi kinh điển khi mới áp dụng: hầu hết các cửa hàng được tích hợp máy quét mã vạch trong các năm đầu đều không nhận thấy nhiều lợi ích từ nó vì nhân viên phải được đào tạo để sử dụng công nghệ mới và nhiều mặt hàng vẫn chưa có mã vạch. Tuy vậy, theo thời gian hiệu quả đã tăng đáng kể khi mã vạch trở nên phổ biến. Song điểm nổi bật nhất trong nghiên cứu của Basker là năng suất của máy quét mã vạch phân bố không đồng đều. Cụ thể, các cửa hàng lớn sử dụng chúng hiệu quả hơn các cửa hàng nhỏ.

Duy trì một lượng tồn kho lớn trong cửa hàng luôn đem lại lợi thế nội tại: khách hàng có thêm lựa chọn và các mặt hàng có thể được nhập với số lượng lớn từ người bán buôn với giá chiết khấu. Nhưng vào thời trước khi mã vạch và các công cụ quản lý hàng tồn kho trên máy tính ra đời, phần lợi ích từ hàng tồn kho đã bù đắp hết cho chi phí quản lý nó. Nếu bạn để tồn kho 1.000 thay vì 100 mặt hàng, bạn sẽ phải bỏ ra rất nhiều chi phí nhân công, thời gian để phân loại mặt hàng bán chạy cần nhập thêm và mặt hàng ế ẩm, chiếm không gian trên kệ. Sự ra đời của mã vạch và máy quét đã làm giảm đáng kể chi phí duy trì lượng tồn kho lớn. Những thập niên ngay sau khi máy quét mã vạch được giới thiệu ở Mỹ là sự bùng nổ về kích thước của các cửa hàng bán lẻ; với công nghệ quản lý tồn kho tự động, các chuỗi cửa hàng thỏa sức phình to thành các đại siêu thị ngày nay đang chiếm lĩnh thị trường bán lẻ. Nếu không quét mã vạch, các mô hình mua sắm kiểu Target, Best Buy hay các siêu thị có quy mô bằng một sảnh sân bay sẽ khó mà thành hình. Nếu có một

tia chết chóc trong lịch sử laser, nó hẳn là ẩn dụ về các cửa hàng tạp hóa nhỏ đã bị nghiền nát bởi cuộc cách mạng bán lẻ quy mô lớn.

NGƯỜI HÂM MỘ PHIM KHOA HỌC VIỄN TƯỞNG Chiến tranh giữa các thế giới và Flash Gordon hẳn sẽ thất vọng khi thấy tia laser phi thường được đem ra quét mã vạch mấy phong kẹo cao su – ánh sáng tập trung thông minh này được ứng dụng trong quản lý hàng tồn kho. Nhưng người hâm mộ sẽ được an ủi khi nghĩ về Cơ sở nghiên cứu Kích nổ Quốc gia (NIF) ở Phòng thí nghiệm Lawrence Livermore, Bắc California, nơi các nhà khoa học đã xây dựng hệ thống laser năng lượng cao nhất và lớn nhất thế giới. Ánh sáng nhân tạo bắt đầu như một sự chiếu sáng đơn giản, giúp con người đọc và giải trí khi trời tối; ít lâu sau, nó bước sang lĩnh vực quảng cáo, nghệ thuật và thông tin. Nhưng tại NIF, người ta dùng vòng ánh sáng khép kín, sử dụng tia laser để tạo ra nguồn năng lượng mới dựa trên phản ứng tổng hợp hạt nhân, từ đó tái tạo quá trình xảy ra tự nhiên trong lõi Mặt trời – nguồn gốc của ánh sáng tự nhiên.

Sâu trong NIF, gần “phòng mục tiêu” nơi diễn ra phản ứng, một hành lang dài được trang trí bằng các ô vuông thoạt nhìn trông giống hệt một chuỗi tranh của Rothko, mỗi bức hiển thị tám ô vuông lớn màu đỏ có kích thước bằng một chiếc đĩa ăn. Tổng cộng có 192 ô, mỗi ô đại diện cho một trong những tia laser đang đồng thời bắn vào một hạt hyđrô nhỏ trong phòng đánh lửa. Chúng ta quen nghĩ về laser như một điểm của ánh sáng tập trung, nhưng tại NIF, các tia laser lại giống đạn đại bác, gần 200 tia hợp lại để tạo ra một chùm năng lượng hẳn sẽ khiến H. G. Wells tự hào.

Tổ hợp trị giá nhiều tỷ đô-la này được thiết kế để thực thi một việc đơn nhất kéo dài một micrô-giây: bắn laser vào nhiên liệu hyđrô dưới sự quan sát của hàng trăm cảm biến và camera tốc độ cao. Tại NIF, họ gọi sự kiện này là những “cú bắn”. Mỗi cú bắn cần sự phối hợp tỉ mỉ của hơn 60.000 điều khiển. Mỗi tia laser sẽ đi xa tầm 1,5 km, được các ống thủy tinh và gương dẫn đường, tích tụ năng lượng cho tới khi đạt 1,8 triệu J và công suất 500.000 tỷ W, tất cả hội tụ trong một nguồn có kích thước bằng hạt tiêu. Những tia laser được bố trí với độ chính xác nghẹt thở, giống như việc bạn đứng trên điểm ném bóng tại AT&T, San Francisco và thực hiện một cú ném tại sân vận động Dodger, Los Angeles cách đó hơn 500 km. Mỗi micrô-giây xung ánh sáng ngắn ngủi ấy chứa năng lượng gấp 1.000 lần tổng năng lượng trong

lưới điện quốc gia Hoa Kỳ.

Khi tất cả năng lượng của NIF đập vào những mục tiêu có kích thước tính bằng milimét, những điều kiện chưa có tiền lệ sẽ được tạo ra trong vật chất mục tiêu – nhiệt độ hơn 100 triệu độ, mật độ gấp 100 lần mật độ của chì và áp suất gấp hơn 100 tỷ lần áp suất không khí trên Trái đất. Điều kiện này tương tự với bên trong các ngôi sao, lõi các hành tinh khổng lồ và vũ khí hạt nhân – cho phép NIF tạo ra một ngôi sao thu nhỏ trên Trái đất, kết hợp các nguyên tử hyđrô lại với nhau và giải phóng một năng lượng kinh hoàng. Chỉ một khoảnh khắc khi các tia laser nén hyđrô, hạt nhiên liệu này là nơi nóng nhất trong Hệ Mặt trời, thậm chí còn nóng hơn cả lõi Mặt trời.

Mục tiêu của NIF không phải là tạo ra một loại tia chết chóc hay máy quét mã vạch mà là nguồn năng lượng sạch và bền vững. Năm 2013, NIF công bố các nhà khoa học của họ lần đầu tiên tạo thành công một năng lượng dương sau một vài cú bắn. Quá trình nhiệt hạch cần ít năng lượng hơn so với năng lượng chúng tạo ra, với mức chênh lệch nhỏ. Mức chênh lệch này vẫn chưa đủ để nhân rộng hiệu quả trên quy mô lớn nhưng các nhà khoa học NIF tin rằng nếu tiếp tục thử nghiệm, họ có thể tìm ra cách nén viên nhiên liệu với tính đối xứng gần như hoàn hảo. Tới lúc đó, con người sẽ có nguồn năng lượng vô biên để thắp sáng mọi bóng đèn, bảng hiệu neon, chạy máy quét mã vạch – chưa kể máy tính, điều hòa nhiệt độ, xe điện – tất cả những thứ mà đời sống hiện đại phụ thuộc vào.

Quá trình 192 tia laser hội tụ ở hạt hyđrô là một lời nhắc nhở rằng con người đã tiến rất xa trong một khoảng thời gian ngắn ngủi. Chỉ 200 năm trước, hình thức tiên tiến nhất của ánh sáng nhân tạo là xẻ cá nhà táng trên boong tàu giữa đại dương. Ngày nay, chúng ta sử dụng ánh sáng để tạo ra mặt trời nhân tạo, dù trong vòng một phần lẻ của giây. Không ai biết liệu các nhà khoa học của NIF có đạt được mục tiêu về năng lượng sạch và bền vững dựa trên phản ứng tổng hợp hạt nhân. Một số người còn coi đó là việc làm ngu ngốc bởi laser sẽ chẳng thể tạo ra nguồn năng lượng lớn hơn số năng lượng nó nhận vào. Nhưng khởi hành một chuyến đi dài ba năm giữa Thái Bình Dương để tìm loài động vật biển khổng lồ dài hơn 20 m xem ra cũng điên rồ không kém; và dầu sao cuộc săn lùng đó đã đáp ứng được nhu cầu ánh sáng của con người suốt một thế kỷ. Có lẽ những người có tầm nhìn xa ở NIF – hay một đội lầm lì ở đâu đó trên thế giới – một ngày nào đó cũng sẽ làm điều tương

tự. Bằng cách này hay cách khác, loài người vẫn đang theo đuổi một thứ ánh sáng mới.



Vaughn Draggo kiểm tra một phòng mục tiêu khổng lồ ở NIF, California, thử nghiệm tương lai về năng lượng ánh sáng hạt nhân. Chùm 192 tia laser sẽ nhắm đến các ô tròn chứa nhiên liệu nóng chảy để gây ra vụ nổ nhiệt hạch kiểm soát được (2001)

Lời bạt Nhà du hành thời gian

Ngày 8 tháng 7 năm 1835, Nam tước người Anh, William King, đã tổ chức một hôn lễ nhỏ ở ngoại ô phía tây London, tại điền trang Fordhook, trước đây từng thuộc về tiểu thuyết gia Henry Fielding. Sự kiện này khá vui vẻ dù nó nhỏ hơn nhiều so với kỳ vọng của nhiều người, xét theo tước vị của King và gia sản nhà ông. Sở dĩ, đám cưới diễn ra hết sức thân mật là bởi lòng mến mộ của dành cho cô dâu mười chín tuổi xinh đẹp, tài năng Augusta Byron, ngày nay được biết đến nhiều với đệm Ada, con gái của thi sĩ lãng mạn tai tiếng Lord Byron. Byron đã qua đời trước đó một thập niên và đã không gặp con gái từ khi cô còn nhỏ, nhưng tiếng tăm về tài năng cùng sự rệu rã đạo đức của ông vẫn vang khắp châu Âu. Vào năm 1835, không có tay săn ảnh nào làm phiền Nam tước King và vị hôn thê song vì sự nổi tiếng của cô dâu Ada, lễ cưới vẫn cần kín đáo.

Sau kỳ trăng mật ngắn ngủi, Ada và chồng mới cưới bắt đầu phân chia thời gian giữa điền trang của gia đình ông tại Ockham, một điền trang khác tại Somerset và ngôi nhà tại London, khởi đầu cuộc đời hứa hẹn an nhàn, dẫu không tránh khỏi những khó khăn nhất định khi phải duy trì một lúc ba cơ ngơi. Đến năm 1840, cặp vợ chồng đã có ba con, còn King đã được thăng lên Bá tước sau lễ đăng cơ của Nữ hoàng Victoria.

Xét theo tiêu chuẩn xã hội thời Victoria, cuộc sống của Ada có lẽ là mơ ước với đa phần phụ nữ: được gả vào gia đình danh giá, có một người chồng biết yêu chiều và ba người con khỏe mạnh trong đó có một người con trai thừa kế tước vị. Nhưng khi gánh trên vai bộn bề nghĩa vụ của một người mẹ và quản lý đất đai, Ada cảm thấy cuộc đời mình ngày một lụi dần và bị cuốn theo con đường vốn hoàn toàn xa lạ với phụ nữ thời đại Victoria. Vào những năm 1840, phụ nữ có thể tham gia vào các ngành nghệ thuật sáng tạo, thậm chí là viết văn. Nhưng Ada lại bị hút sang một hướng khác. Cô đam mê những con số.

Khi Ada còn nhỏ, mẹ cô, bà Annabella Byron, đã động viên con gái học toán và thuê rất nhiều thầy giỏi để hướng dẫn bộ môn đại số và lượng giác – ngành học cấp tiến vào thời đại mà phụ nữ bị loại trừ khỏi các tổ chức tầm cỡ như Hội Khoa học Hoàng gia và bị cho là không có khả năng tư duy khoa

học chặt chẽ. Nhưng bà Annabella có động cơ riêng khi khuyến khích con gái trau dồi kỹ năng toán học: bà hy vọng rằng bản chất thực tiễn và phương pháp của môn học này sẽ áp chế những ảnh hưởng nguy hiểm từ người cha quá cố của con gái. Annabella mong rằng thế giới những con số sẽ giúp con gái bà thoát khỏi sự cám dỗ của nghệ thuật.

Đã có lúc tưởng chừng kế hoạch của bà Annabella thành công. Chồng của Ada được phong làm Bá tước Lovelace và gia đình họ dường như đã né được mọi sự bất thường, lập dị, rắc rối từng hủy hoại Lord Byron 15 năm về trước. Nhưng khi đứa con thứ ba của Ada hết thời ẵm ngửa, cô bị lôi cuốn trở lại với thế giới toán học; cô cảm thấy không thỏa mãn với trách nhiệm tại gia trên vai một người mẹ thời Victoria. Những lá thư cô viết trong giai đoạn này thể hiện một sự kết hợp kỳ lạ giữa tham vọng giàu lãng mạn – ý thức của một linh hồn lớn hơn hiện thực thông thường đang mắc kẹt trong hiện thực đó – với niềm tin mãnh liệt vào sức mạnh của lý trí toán học. Ada đã viết về phép vi phân với niềm đam mê, nhiệt thành và kiêu hãnh như khi cha cô viết về tình yêu bị cấm đoán:

Vì một đặc thù nào đó trong hệ thống thần kinh, tôi nhận thức được một số điều mà không ai có thể… một nhận thức bản thể về điều sâu kín – những thứ bị giấu kín khỏi mắt, tai và các giác quan thông thường. Bản thân điều này cho tôi đôi chút lợi thế trên con đường khám phá, nhưng ngoài ra còn có khả năng lập luận lớn lao và khả năng tập trung.

Đến cuối năm 1841, những mâu thuẫn của Ada về đời sống tại gia và tham vọng toán học đã lên đến đỉnh điểm khi, thông qua mẹ, cô được biết cha mình đã có con với một người chị cùng cha khác mẹ. Cha của Ada không chỉ là tác giả lừng danh nhất vào thời đại của ông mà còn vướng vào mối tình loạn luân và sản phẩm của cuộc hợp thân tai tiếng này là cô gái mà Ada đã quen biết nhiều năm. Annabella chủ động cho con gái biết tin này, lấy đó làm bằng chứng rằng Byron là một kẻ đồi bại và lối sống trái luân thường sẽ chỉ dẫn đến một kết cục băng hoại.



Augusta Ada, nữ Bá tước Lovelace, khoảng năm 1840

Vì thế, ở độ tuổi 25, khi hãy còn trẻ, Ada Lovelace thấy mình giữa ngã ba

đường, cô phải đối diện với hai lựa chọn khác biệt để trưởng thành. Cô có thể thu mình vào con đường yên ổn của một bà Bá tước, sống trong những ràng buộc của lễ nghi truyền thống. Hoặc bám lấy “đặc thù nào đó trong hệ thần kinh” để tìm ra con đường độc đáo và năng khiếu đặc biệt của chính mình.

Lựa chọn ấy phụ thuộc sâu sắc vào văn hóa của thời Ada sống: những mặc định đã đóng khung và giới hạn vai trò của phụ nữ. Nhưng con đường trước mặt Ada còn chịu sự chi phối của gen di truyền, của tài năng và khuynh hướng – thậm chí cả sự điên cuồng – mà cô thừa kế từ cha mẹ. Lựa chọn giữa cuộc sống gia đình ổn định và cuộc sống phá cách, theo một nghĩa nào đó chính là cô đang lựa chọn giữa mẹ và cha. Sống ổn định ở Ockham Park là con đường dễ dàng hơn vì mọi lực xã hội đều đẩy cô tới đó. Nhưng dù muốn hay không, cô vẫn là con gái của Byron. Một cuộc đời theo truyền thống dường như càng lúc càng lu mờ.

Tuy nhiên, đến giữa những năm tuổi hai mươi, Ada Lovelace đã tìm được cách vượt qua bế tắc. Nhờ cộng tác với một người thời Victoria cũng đi trước thời đại giống mình, Ada đã tìm ra con đường vượt qua các rào cản xã hội mà không bị khuất phục bởi cơn hỗn loạn về sáng tạo đã phủ lên cha cô. Cô trở thành một người lập trình phần mềm.

GIỮA THẾ KỶ 19, lập trình dường như là việc chỉ khả thi nếu đi vượt thời gian. Song như nó đã xảy ra, Ada gặp một người ở thời đại Victoria, người có khả năng trao cho cô một dự án như thế: Charles Babbage, nhà phát minh tài năng và chiết trung đang phác thảo kế hoạch về một cỗ máy hão huyền có tên Analytical Engine (Máy phân tích). Ông đã dành hai thập kỷ trước đó để chế ra chiếc máy tính hiện đại nhất bấy giờ; song từ giữa những năm 1830, ông bắt đầu thực hiện một dự án sẽ kéo dài hết phần đời còn lại của mình: thiết kế một máy tính có thể lập trình, có thể thực hiện những chuỗi phép tính phức tạp vượt xa khả năng của mọi máy móc đương thời. máy phân tích của Babbage chắc chắn đã thất bại trên thực tế – ông đang cố chế tạo một máy tính thời kỹ thuật số với các linh kiện ở thời cách mạng công nghiệp – song nó vẫn được xem là một bước đột phá xuất sắc. Thiết kế của Babbage đã dự đoán mọi bộ phận chính của máy tính hiện đại: ý tưởng về một bộ xử lý trung tâm (mà ông gọi là “nhà máy”), bộ nhớ truy cập tạm thời (RAM) và một phần mềm điều khiển chiếc máy tính, khắc trên các tấm thẻ đục lỗ sẽ được sử dụng để lập trình máy tính hơn một thế kỷ sau đó.

Ada gặp Babbage khi mới mười bảy tuổi tại một trong những phòng khách nổi tiếng của ông ở London và hai người đã giữ mối thâm giao suốt nhiều năm. Do đó, khi cô đứng trước những ngã rẽ vào đầu thập niên 1840, Ada đã viết một lá thư cho Babbage và tỏ ý ông chính là lối thoát giúp cô ra khỏi những giới hạn của cuộc đời ở Ockham Park:

Tôi rất nóng lòng chuyện với ngài. Tôi sẽ cho ngài một lời gợi ý về điều đó. Tôi cảm giác đến một lúc nào đó trong tương lai, cái đầu của tôi sẽ phục tùng các ý định và kế hoạch của ngài. Nếu đến lúc nào đó, tôi có thể có ích hoặc có khả năng được ngài sử dụng, cái đầu của tôi sẽ là của ngài.

Babbage thật sự đã có cách để sử dụng bộ óc thông thái của Ada và sự hợp tác giữa họ đã đem lại một trong các tài liệu nền tảng của lịch sử máy tính. Một kỹ sư người Ý đã viết tiểu luận về cỗ máy của Babbage và theo đề nghị của một người bạn, Ada đã dịch nó sang tiếng Anh. Khi Ada chia sẻ với Babbage về việc này, ông đã hỏi tại sao cô không tự viết một bài cùng chủ đề. Dù tham vọng nhưng Ada chưa từng nghĩ đến việc tự viết bài phân tích. Nhưng nhờ sự động viên của Babbage, cô đã soạn bài bình luận cách ngôn làm hệ thống chú dẫn mở rộng cho bài luận tiếng Ý.

Bản phụ chú rốt cuộc lại có giá trị và tầm ảnh hưởng lớn hơn nhiều so với văn bản gốc mà nó chú giải. Chúng bao hàm một chuỗi hướng dẫn căn bản để chỉ đạo việc tính toán của Analytical Engine. Ngày nay, chúng được xem là thí dụ đầu tiên về phần mềm làm việc từng được công bố, dù cỗ máy thật sự có thể chạy chương trình phải một thế kỷ sau đó mới được chế tạo ra.

Có nhiều tranh cãi về việc Ada là tác giả duy nhất của chương trình này hay chỉ là người tinh chỉnh các đoạn chương trình của Babbage. Song đóng góp lớn nhất của Ada không chỉ nằm ở việc soạn ra các bộ hướng dẫn mà là việc hình dung ra loạt ứng dụng cho cỗ máy mà chính Babbage cũng chưa từng nghĩ đến. Cô viết: “Nhiều người lầm tưởng rằng, vì công việc của cỗ máy là cho ra các kết quả dưới dạng số, do đó bản chất các quá trình của nó phải là số đếm và số học chứ không dùng đại số và phân tích. Đây đích thực là một sai lầm. Cỗ máy có thể sắp xếp, kết hợp các đại lượng số một cách chính xác như thể chúng là các con chữ hay bất cứ ký tự chung nào khác.” Ada nhận ra cỗ máy của Babbage không đơn thuần là một bộ siêu xử lý.



Charles Babbage

Giá trị sử dụng tiềm năng của nó vượt khỏi công việc thuần tính toán. Đến một ngày, nó thậm chí còn có thể phục vụ nghệ thuật đỉnh cao.

Giả sử mối liên hệ căn bản giữa cao độ âm thanh trong khoa học hòa âm và soạn nhạc đều nhạy cảm với các lối thể hiện, điều chỉnh này, cỗ máy có thể soạn ra những khúc nhạc chi tiết và khoa học với bất kỳ độ phức tạp hoặc độ dài nào.

Bước nhảy vọt về trí tưởng tượng như thế ở giữa thế kỷ 19 gần như vượt quá sự lĩnh hội. Riêng việc hiểu về ý tưởng lập trình máy tính đã đủ khó – gần như tất cả những người cùng thời Babbage đều không nắm bắt nổi phát minh của ông. Vậy mà bằng cách nào đó, Ada còn đưa khái niệm này lên một tầm cao hơn với ý tưởng cho rằng cỗ máy có thể tạo lập ngôn ngữ và nghệ thuật. Chú thích đó đã mở ra không gian khái niệm mà sau cùng đã được văn hóa đầu thế kỷ 21 gần như khỏa lấp: công cụ tìm kiếm Google, các trang nghe nhạc điện tử, iTunes và cả siêu văn bản. Máy tính không chỉ là một chiếc máy tính toán siêu linh hoạt, nó sẽ trở thành một cỗ máy biết diễn đạt, biết đại diện và thậm chí có óc thẩm mỹ.

Dĩ nhiên ý tưởng của Babbage và bản phụ chú của Ada đã đi trước thời đại xa đến mức bị lịch sử bỏ quên suốt một thời gian dài. Hầu hết những nhận thức cốt lõi của Babbage đều được tái khám phá độc lập sau đó 100 năm, khi chiếc máy tính làm việc đầu tiên được chế tạo vào thập niên 1940, chạy bằng điện và ống chân không thay vì năng lượng hơi nước. Ý tưởng về máy tính như một công cụ có tính mỹ học, có khả năng sáng tạo văn hóa cũng như tính toán đã không được khai thác rộng rãi, ngay cả ở những cái nôi công nghệ cao như Boston và Thung lũng Silicon, cho đến tận thập niên 1970.



Máy phân tích của Babbage

Những sáng tạo quan trọng nhất – ít ra là ở thời hiện đại – được đưa đến từ nhóm phát minh lặp. Các mảnh ghép công nghệ và ý tưởng cùng hợp lại để khiến một ý tưởng nào đó được hình dung rõ nét – thí dụ tủ lạnh hay bóng đèn – và rồi trên khắp thế giới, bạn đột nhiên thấy người ta xử lý vấn đề và

thường tiếp cận nó với cùng giả định cơ bản về cách thức cuối cùng khả dụng. Edison và bạn hữu có thể bất đồng về tầm quan trọng của chân không hay sợi cacbon khi phát minh bóng đèn điện, tuy nhiên không ai trong số họ nghiên cứu về đèn LED. Sự vượt trội của phát minh đồng thời và lặp lại được lịch sử ghi nhận có một hàm ý thú vị cho triết lý khoa học và lịch sử: thứ tự phát minh tuân theo các quy luật cơ bản của vật lý, thông tin hay các giới hạn về sinh học và hóa học của môi trường Trái đất tới mức nào? Chúng ta nghiễm nhiên cho rằng lò vi ba phải được phát minh sau khi con người đã làm chủ được lửa, thế nhưng việc kính thiên văn và kính hiển vi đi sau phát minh về thấu kính chắc chắn đến đâu? (Thí dụ, ai có thể tưởng tượng việc thấu kính đã được sử dụng rộng rãi nhưng sau đó, bẵng đi vài thế kỷ, mới có người nghĩ đến việc sắp xếp chúng thành một chiếc kính viễn vọng? Điều đó có vẻ không khả thi nhưng tôi cho rằng nó cũng không hề bất khả thi.) Các cụm phát minh lặp nổi bật trong lịch sử công nghệ cho thấy ít nhất sự hợp lưu nào đó của các sự kiện lịch sử đã khiến công nghệ mới trở nên hình dung được theo cách trước đó không thể.

Những sự kiện đó là gì hãy còn tối tăm nhưng cũng đầy lôi cuốn. Tại đây, tôi cố gắng phác ra một vài câu trả lời. Thí dụ, thấu kính là kết quả của một vài tiến bộ riêng biệt: sự lành nghề về thủy tinh, đặc biệt là khi được trui rèn trên đảo Murano; việc sử dụng miếng kính lồi giúp tu sĩ lớn tuổi đọc tài liệu; phát minh máy in khiến nhu cầu về kính lên cao. (Và tất nhiên, các tính chất vật lý cơ bản của silic điôxit.) Chúng ta không thể biết rõ mức độ ảnh hưởng của các nhân tố này và chắc chắn một số nhân tố quá mờ nhạt khiến nhiều năm sau, con người mới phát hiện ra. Tuy vậy, câu hỏi trên vẫn đáng suy nghĩ cho dù chúng ta phải chấp nhận các câu trả lời thiên về suy đoán, giống như khi đi tìm nguyên nhân của Nội chiến Mỹ hoặc những cơn hạn ở thời kỳ Dust Bowl. Nó đáng để nghiên cứu bởi chúng ta ngày nay cũng đang trải qua các cuộc cách mạng tương tự, tạo nên bởi các ranh giới và cơ hội từ sự kề cận khả thi của chính chúng ta. Học hỏi từ các mô hình sáng tạo đã hình thành nên xã hội hiện đại hẳn sẽ giúp chúng ta lèo lái tương lai vững tay hơn, kể cả khi lý giải của chúng ta về quá khứ đó không thể kiểm chứng như một lý thuyết khoa học.

SONG NẾU PHÁT MINH LẶP là quy luật thì phải giải thích thế nào về những ngoại lệ? Làm sao để lý giải về Babbage và Lovelace, những con người thực tế đã vượt trước bất cứ ai trên Trái đất tới một thế kỷ? Đa phần sự

đổi mới diễn ra ở thời hiện tại cùng với sự kề cận khả thi, dựa trên các công cụ và khái niệm sẵn có lúc này. Song đôi lúc, một cá nhân hay nhóm nào đó đã có bước nhảy vọt gần như du hành thời gian. Họ làm điều đó ra sao? Điều gì cho phép họ nhìn xa hơn ranh giới kề cận khả thi, một việc mà những người cùng thời không thể? Đó có lẽ là bí ẩn lớn nhất.

Cách giải thích thông thường là một phạm trù đa diện nhưng khá luẩn quẩn: "thiên tài". Da Vinci có thể tưởng tượng (và vẽ) nên mẫu hình trực thăng ở thế kỷ 15 vì ông là một thiên tài. Babbage và Lovelace có thể hình dung về máy tính lập trình ở thế kỷ 19 vì họ là thiên tài. Cả ba người đều được ban tặng món quà trí tuệ lớn lao, nhưng lịch sử đầy rẫy những người có IQ cao mà chẳng hề có các phát minh đi trước thời đại vài thập kỷ hay thế kỷ. Chắc hẳn mẫu hình thiên tài du hành thời gian đó một phần xuất phát từ trí tuệ nguyên sơ của họ, nhưng tôi ngờ rằng môi trường mà ở đó ý tưởng của họ phát triển, mạng lưới của những mối quan tâm và ảnh hưởng định hình nên suy nghĩ của họ, cũng có vai trò không kém.

Nếu có một sợi dây chung giữa các nhà du hành thời gian, xa hơn sự bất khả giải của thiên tài, hẳn đó là do họ làm việc ở rìa lĩnh vực chuyên ngành của mình, tại giao điểm của nhiều lĩnh vực rất khác biệt. Hãy nghĩ về việc Édouard-Léon Scott de Martinville tạo ra thiết bị ghi âm một thế hệ trước khi Edison bắt đầu nghiên cứu máy quay đĩa. Scott có thể hình dung việc "ghi" lại sóng âm bởi ông mượn những ẩn dụ từ lĩnh vực tốc ký, in ấn và các nghiên cứu giải phẫu tai người. Ada Lovelace có thể nhìn ra khả năng mỹ học ở chiếc máy phân tích của Babbage vì cô đã sống trong sự giao thoa giữa toán học tiên tiến và thơ ca lãng mạn. Những "sự đặc thù" trong "hệ thần kinh" của cô, thứ trực giác lãng mạn giúp nhìn xa hơn bề mặt của sự vật, đã cho phép cô tưởng tượng ra một cỗ máy có khả năng ghi lại ký hiệu hay soạn nhạc, điều mà ngay cả Babbage cũng không làm được.

Ở chừng mực nào đó, các nhà du hành thời gian nhắc nhở chúng ta rằng làm việc trong một lĩnh vực đã định vừa tạo sức mạnh nhưng cùng lúc cũng sinh ra hạn chế. Nếu ở mãi trong ranh giới lĩnh vực của mình, bạn sẽ dễ dàng tạo nên các cải tiến nhỏ và mở các cánh cửa tiệm cận khả thi sẵn có nhờ những đặc trưng của thời điểm lịch sử. (Điều này dĩ nhiên không sai. Sự tiến bộ phụ thuộc vào các cải tiến nhỏ ấy.) Nhưng ranh giới ấy đôi khi lại hóa dải băng bịt mắt, khiến bạn không thể có những ý tưởng lớn hơn, vốn chỉ khả kiến khi

bạn dám vượt qua ranh giới. Đôi khi chúng là ranh giới địa lý theo nghĩa đen. Frederic Tudor đã đi tới vùng biển Caribe và mơ tưởng về băng đá miền nhiệt đới, Clarence Birdseye câu cá trên băng với người Eskimo ở Labrador. Đôi khi, ranh giới là các khái niệm: Scott sử dụng các ẩn dụ từ tốc ký để phát minh ra máy ghi âm. Các nhà du hành nhìn chung thường có nhiều sở thích: ta hãy nghĩ về Darwin và những cây phong lan của ông. Bốn năm sau khi Darwin xuất bản Orgin of Species (Nguồn gốc các loài), ông cho ra một cuốn sách mang tiêu đề mang đậm chất thời Victoria, On the Various Contrivances by Which British and Foreign Orchids are Fertilised by Insects, and on the Good Effects of Intercrossing (Về các phương cách khác nhau mà phong lan nước Anh và phong lan ngoại lai được thụ phấn nhờ côn trùng và hiệu quả tốt của sự lai giống). Giờ đây, nhờ vào khoa học di truyền, chúng ta đã hiểu "hiệu quả tốt của sự lai giống", những nguyên lý áp dụng vào trí tuệ lịch sử cũng vậy. Những nhà du hành thời gian thường không giỏi "lai giống" những trường nghiên cứu khác nhau. Việc kết hợp nhiều lĩnh vực trí tuệ thường dễ dàng hơn khi bạn có một dãy lĩnh vực trải khắp nghiên cứu hay gara của bạn.

Một trong những lý do khiến gara được lấy làm biểu trưng cho không gian làm việc của các nhà phát minh là bởi chúng tồn tại bên ngoài không gian làm việc, nghiên cứu truyền thống. Chúng không phải văn phòng hay phòng thí nghiệm mà được đặt xa công sở, trường học để những mối quan tâm ngoại vi có không gian sinh ra và lớn lên. Các chuyên gia sẽ hướng tới những văn phòng kín đáo và giảng đường. Còn gara là thế giới của các hacker, người mày mò, nhà chế tạo. Gara cũng không thuộc riêng lĩnh vực đơn ngành nào, nó được định hình bởi các mối quan tâm chiết trung của những người cư ngụ ở đó. Nó là không gian nơi mạng lưới trí tuệ hội tụ.

Mở đầu bài phát biểu khai giảng nổi tiếng tại Stanford, Steve Jobs – nhà phát minh gara vĩ đại ở thời đại chúng ta – đã kể vài câu chuyện về sức mạnh sáng tạo của việc bắt đầu trải nghiệm mới. Ông đã bỏ đại học và theo một lớp thư pháp, quyết định sau này sẽ ảnh hưởng tới giao diện đồ họa của Macintosh. Biến cố bị đẩy khỏi Apple ở tuổi 30 cho phép ông đưa Pixar vào lĩnh vực làm phim hoạt hình và sáng tạo nên máy tính NeXT. Ông lý giải: "Sức nặng của sự thành công đã được thay bằng sự nhẹ nhõm của kẻ mới vào nghề lần nữa, ít chắc chắn hơn về mọi thứ. Nó đã giải phóng để tôi bước vào một trong các giai đoạn sáng tạo nhất đời mình."

Nhưng vẫn có một sự mỉa mai kỳ lạ ở cuối bài phát biểu của Jobs. Sau khi liệt kê những cách thức mà các va chạm và khám phá bất thường có thể giải phóng trí tuệ, ông kết thúc với một lời kêu gọi ủy mị hơn: “trung thành với bản thân”.

Đừng mắc kẹt trong giáo điều – tức sống với các kết quả từ suy nghĩ của người khác. Đừng để tiếng ồn từ ý kiến của người khác lấn át tiếng nói từ bên trong bạn. Quan trọng hơn cả, hãy can đảm nghe theo trái tim và trực giác.

Nếu chúng ta biết được điều gì về lịch sử sáng tạo của con người – và đặc biệt là các nhà du hành thời gian – thì đó là: trung thành với bản thân thôi chưa đủ. Chắc chắn bạn không muốn bị mắc kẹt với những giáo điều và tri thức quen thuộc. Chắc chắn các nhà sáng tạo được nhắc đến trong cuốn sách này có xu hướng bám lấy linh tính của họ suốt một thời gian dài. Song việc trung thành với ý thức về bản sắc và nguồn gốc của mình cũng có rủi ro đáng kể. Tốt hơn, hãy thách thức các trực giác đó, khám phá các vùng đất mới theo cả nghĩa đen lẫn nghĩa bóng. Tốt hơn, hãy tạo ra các kết nối mới chứ đừng thoải mái ở trong thói quen. Nếu muốn cải thiện thế giới chút ít, bạn phải thực sự tập trung và quyết tâm; bạn cần ở trong các giới hạn của một ngành và cùng lúc mở những cánh cửa mới của sự kề cận khả thi. Song nếu bạn muốn giống Ada, nếu bạn muốn có “nhận thức bản thể về những điều sâu kín” – vậy thì, bạn cần một chút lạc lõng.

Chú dẫn

Lời giới thiệu

6 “Bạn hẳn tưởng tượng... hệ thống tương tự với răng cưa và bánh xe.”: De Landa, tr. 3

14 “Tôi có một người bạn là họa sĩ”: Trích The Pleasure of Finding Things Out, 1981

Chương 1. Thủy tinh

21 Một nhóm thợ thủy tinh nhỏ đã dong buồm từ Thổ Nhĩ Kỳ: Willach, tr. 30.

21 Vào năm 1291, nhằm bảo vệ cả kỹ thuật của thợ thủy tinh: Toso, tr. 34.

22 Sau nhiều năm thí nghiệm . . . Angelo Barovier: Verità, tr. 63.

24 Suốt vài thế hệ, thiết bị mới mẻ tài tình này: Dreyfus, tr. 93–106.

25 Một thế kỷ sau phát minh của Gutenberg: http://faao.org/what/heritage/exhibits/online/spectacles/.

29 Theo truyện kể về một người trong số họ: Pendergrast, tr. 86.

31 “một trong những thầy giáo tệ nhất”: Trích Hecht, tr. 30.

33 “Nếu có vị thần nào ban cho tôi”: Sđd, tr. 31.

37 Một số tác phẩm nghệ thuật đáng nể nhất: Woods-Marsden, tr. 31.

37 Trở lại đảo Murano, các thợ thủy tinh đã tìm ra cách: Pendergrast, tr. 119–120.

39 “Khi muốn biết liệu”: Sđd, tr. 138.

40 “Nhân loại như thể ”: Macfarlane và Martin, tr. 69.

40 “Ông hoàng quyền lực nhất thế giới”: Mumford, tr. 129.

47 “Làm sao mà từ những cát bụi kia”: Sđd, tr. 131.

Chương 2. Làm lạnh

53 “Nước đá là một chủ đề thú vị.”: Thoreau, tr. 192.

56 “Kế hoạch và… để vận chuyển băng đá tới vùng nhiệt đới”: Dẫn từ Weightman, tr 274–276.

57 “Ở một đất nước mà vài lúc trong năm”: Sđd, tr. 289–290.

57 “gia sản lớn hơn cả mức chúng ta nên biết tiêu xài như thế nào”: Sđd, tr. 330.

57 “Không phải là trò đùa”: Sđd, tr. 462–463.

60 “Thứ hai ngày mồng chín”: Sđd, tr. 684–688.

62 “Ngày này 30 năm trước, tôi đã đến Martinique”: Sđd, tr. 911–1913.

64 “Vậy là có lẽ các cư dân nóng nực”: Thoreau, tr. 193.

65 “Ở các công xưởng, xưởng in, phòng tài vụ”: Dẫn từ Weightman, tr. 2620–2621.

67 “phòng lạnh chứa băng đá tự nhiên”: Miller, tr. 205.

68 “Ứng dụng vật lý này”: Sđd, tr. 208.

68 “một hệ thống thành phố-đồng quê là môi trường mạnh mẽ ”: Sđd.

68 “sự kết hợp lớn nhất của lao động”: Sinclair.

69 “con dốc hướng thẳng”: Dreiser, tr. 620.

72 Một loạt tàu đắm đã trì hoãn việc vận chuyển nước đá: Wright, tr. 12.

75 “hoa quả, rau củ, thịt cá sẽ được bảo quản”: Dẫn từ Gladstone, tr. 34.

77 Tới năm 1870, các bang miền nam nước Mỹ: Shachtman, tr. 75.

79 Mọi món thịt hoặc thực phẩm đóng đá: Kurlansky, tr. 39–40.

83 “Sự kém hiệu quả và thiếu vệ sinh”: Sđd, tr. 129.

88 Bài thử lớn đầu tiên: http://www.filmjournal.com/filmjournal/content_display/news-andfeatures/features/technology/e3iad1c03f082a43aa277a9bb65d3d561b5.

90 “cần nhiều thời gian để hạ nhiệt”: Ingels, tr. 67.

93 Dân số ở Florida, Texas và nam California gia tăng: Polsby, tr. 80–88.

95 Hàng triệu sinh mạng trên khắp thế giới: http://www.theguardian.com/society/2013/jul/12/story-ivf-five-million-babies.

Chương 3. Âm thanh

101 Giả thuyết của Reznikoff: http://www.musicandmeaning.net/issues/showArticle.php?artID=3.2.

104 Trong biên niên sử phát minh. . . máy ký âm tự động: Klooster, tr. 263.

108 Chỉ vài năm trước, một nhóm nhà sử học nghiên cứu âm thanh: http://www.firstsounds.org.

109 Tên ông là Alexander Graham Bell: Mercer, tr. 31–32.

111 “Nghe có vẻ ngớ ngẩn”: Dẫn từ Gleick 2012, sđd, tr. 3251–3257.

113 Cuối cùng, các luật sư chống độc quyền: Gertner, tr. 270–271.

117 Thực tế, họ “chụp” các khung hình của sóng âm: http://www.nsa.gov/about/cryptologic_heritage/center_crypt_history/publicati

117 “Chúng ta tề tựu hôm nay”: Sđd.

119 Làm việc trong phòng thí nghiệm riêng: Hijiya, tr. 58.

120 Là thiết bị truyền dẫn lời nói: Thompson, tr. 92.

120 “Tôi chờ đợi ngày opera xuất hiện ở mọi nhà”: Dẫn từ Fang, tr. 93.

120 “Lớp sóng trên thinh không băng qua những tòa nhà cao nhất”: Dẫn từ Adams, tr. 106.

121 Song theo một cách nào đó, khuất sau tất cả sai lầm: Hilja, tr. 77.

122 Gần như sau một đêm, radio đã khiến nhạc jazz: Carney, tr. 36–37.

125 “Không nghi ngờ gì nữa, các nhạc sĩ jazz đã đấu tranh cho bản sắc”: Dẫn từ Brown, p. 176.

128 “Đồng cảm với sứ mệnh xã hội này”: Thompson, tr. 148–158.

130 “Không ai đoán ra đó là tiếng gì”: Dẫn từ Diekman, tr. 75.

133 Chỉ vài ngày trước vụ đắm tàu: Frost, tr. 466.

134 Tàu ngầm U-boat của Đức tung hoành khắp Bắc Đại Tây Dương: Sđd, tr. 476–477.

135 “Tôi cầu xin họ mở hộp”: Sđd, tr. 478.

137 tỷ lệ giới tính sơ sinh ở các bệnh viện khắp Trung Quốc là gần 110 bé trai: Yi, tr. 294.

Chương 4. Làm sạch

141 Tháng 12 năm 1856, Ellis Chesbrough, một kỹ sư trung tuổi sống tại Chicago: Cain, tr. 355.

142 Trong suốt thế Canh Tân, các tảng băng lớn trượt từ Greenland xuống: Miller, tr. 68.

142 “Cậu sẽ thấy hối tiếc”: Sđd, tr. 70.

142 “chất nhờn ma quái xanh đen”: Miller, tr. 75.

143 Tốc độ gia tăng. . . thành phố thải ra rất nhiều phân: Chesbrough, 1871.

143 “Cống rãnh ngập rác rưởi”: Dẫn từ Miller, tr. 123.

143 “Dòng sông đỏ máu”: Sđd, tr. 123.

143 Nhiều người trong số họ. . . “sương độc” (death fogs): Miller, tr. 123.

144 “kỹ sư có năng lực nhất hiện nay”: Cain, tr. 356.

144 Từng nhà từng nhà một, cả Chicago được một đội trai tráng nâng lên bằng kích vít: Sđd, tr. 357.

145 “Mọi người [trong khách sạn]: Cohn, tr. 16.

145 “Suốt những ngày ở đây, không ngày nào”: Macrae, tr. 191.

146 Trong ba thập niên tiếp theo, hơn 20 thành phố lân cận: Burian, Nix, Pitt và Durrans.

148 “xuất hiện như bị nấu chín”: http://www.pbs.org/wgbh/amex/chicago/peopleevents/e_canal.html.

149 “Dầu mỡ và hóa chất đổ xuống”: Sinclair, tr. 110.

151 Trong thời gian làm việc tại Bệnh viện Đa khoa Vienna: Goetz, tr. 612–615.

152 “Tắm rửa khiến đầu chứa đầy hơi”: Dẫn từ Ashenburg, tr. 100.

152 Vua Louis XIII không hề tắm cho đến khi bảy tuổi: Ashenburg, tr. 105.

153 Harriet Beecher Stowe và em gái: Sđd, tr. 221.

153 “Tới thập niên cuối của thế kỷ này”: Sđd, tr. 201.

154 “Phần lớn thành công tôi có được”: http://www.zeiss.com/microscopy/en_us/about-us/nobel-prize-winners.html.

156 Koch đã thiết lập một đơn vị đo lường: McGuire, tr. 50.

157 Đam mê ấy bắt nguồn từ bi kịch cá nhân: Sđd, tr. 112–113.

159 “Leal không có thời gian để nghiên cứu sơ bộ”: Sđd, tr. 200.

161 “Tôi nhận thấy và báo cáo rằng”: Sđd, tr. 248.

161 “Nếu thử nghiệm này thành công”: Sđd, tr. 228.

163 Khoảng mười năm trước, hai giáo sư Đại học Harvard: Cutler and Miller, tr. 1–22.

164 “Tóm lại, đùi, hông, vai”: Wiltse, tr 112.

166 Annie Murray đã tạo ra sản phẩm thuốc tẩy gia dụng thương mại: The Clorox Company: 100 Years, 1,000 Reasons (The Clorox Company, 2013),tr. 18–22.

170 Năm 2011, Quỹ Bill và Melinda Gates công bố một cuộc thi: http://www.gatesfoundation.org/What-We-Do/Global-Development/Reinvent-the-Toilet-Challenge.

Chương 5. Thời gian

177 Vào tháng 10 năm 1967, một nhóm các nhà khoa học từ khắp nơi trên thế giới... Nhưng Hội nghị về Khối lượng và Đo lường: Blair, tr. 246.

179 Để kiểm chứng quan sát của mình: Kreitzman, tr. 33.

181 “Đặc tính kỳ diệu của con lắc”: Drake, tr. 1639.

183 Dựa vào quan sát thiên văn: http://galileo.rice.edu/sci/instruments/pendulum.html.

187 Người thợ đồng hồ do vậy chính là người canh giữ tiền tiêu: Mumford,

tr. 134.

187 “Vào một ngày mưa”: Thompson, tr. 71–72.

188 “Người chủ phải sử dụng thời gian của người lao động”: Sđd, tr. 61.

189 “đồng hồ đếm giờ chết chóc”: Dickens, tr. 130.

191 Dennison nhận ra cần phải có máy chế tạo: Priestley, tr. 5.

192 Đồng hồ Wm. Ellery của Dennison… chỉ có giá 3,5 đô-la: Sđd, tr. 21.

198 “Thật lố bịch”: http://srnteach.us/HIST1700/assets/projects/unit3/docs/railroads.pdf.

198 Nước Mỹ vẫn bị thách thức về thời gian… William F. Allen tìm ra giải pháp: McCrossen, tr. 92.

198 “ngày có hai buổi trưa”: Bartky, pp. 41–42.

199 Thay vào đó, các xung điện chạy qua dây điện tín: McCrossen, tr. 107.

205 Vào thập niên 1890... Marie Curie lần đầu tiên đề xuất bức xạ: Senior, tr. 244–245.

208 “Chiếc đồng hồ chỉ tích tắc mỗi năm một lần”: http://longnow.org/clock/.

209 “Nếu bạn có chiếc Đồng hồ đếm cả 10.000 năm”: Sđd

Chương 6. Ánh sáng

215 Nhật ký của Chủ tịch Đại học Harvard năm 1743: Irwin, tr. 47.

215 Khi đêm xuống, họ sẽ chìm vào giấc ngủ: Ekirch, tr. 306.

217 Ở vùng nước sâu của Bắc Đại Tây Dương: Dolin, tr. 1272.

218 Trong một lá thư viết năm 1751: Sđd, tr. 1969–1971.

218 Ngành kinh doanh nến trở nên hấp dẫn: Dolin, tr. 1992.

218 Thật đáng để ghi nhớ: Irwin, tr. 50.

219 Khoảng 300.000 con cá nhà táng đã bị săn bắt và giết hại: Sđd, tr. 51–52.

220 “Trong những khoảng thời gian có sự thay đổi lớn lao về công nghệ”: Nordhaus, tr. 29.

221 Ngày nay, khoản tiền lương một giờ có thể giúp bạn mua được 300 ngày ánh sáng nhân tạo: Sđd, tr. 37.

222 Vấn đề nằm ở chỗ, nhiều người đã có phát minh: Friedel, Israel, and Finn, tr. 1475.

226 “xenluloit, phoi gỗ”: Sđd, tr. 1317–1320.

228 “Con không thể nhịn cười”: Dẫn từ Stross, tr. 1614.

229 Điều Edison và đội cộng sự lầm lì: Friedel, Israel, and Finn, tr. 2637.

233 Ông lý giải sự tương thích này: Bruck, tr. 104.

235 Vào tháng 10 năm 1887, một tờ báo ở New York. . . Blitzlicht: Riis, tr. 2228.

236 “Chúng tôi thường đi vào sáng tinh mơ”: Sđd, tr. 2226.

239 “Cảnh nửa tá người lạ xâm nhập”: Sđd, tr. 2238.

239 Chỉ sau một thập niên xuất bản: Yochelson, p. 148.

243 Dù neon chỉ chiếm: Ribbat, tr. 31–33.

243 Đầu thập niên 1920, ánh đèn neon: Sđd, tr. 82–83.

245 “Las Vegas là thành phố duy nhất”: Wolfe, tr. 7.

246 “Sự ám chỉ, bình luận về quá khứ hay hiện tại”: Venturi, Scott Brown và

Izenour, tr. 21.

248 “Người ngoài hành tinh có thể tạo ra… một chùm sáng”: Wells, tr. 28.

249 “nó là kết quả tất yếu của cơn bão phát minh”: Gertner, tr. 256.

249 “Tia laser với ánh sáng thông thường”: Sđd, tr. 255.

251 các cửa hàng lớn sử dụng chúng hiệu quả: Basker, tr. 21–23.

Lời bạt: Những nhà du hành thời gian

258 thế giới những con số: Toole, tr. 20.

259 “Vì một đặc thù nào đó”: Dẫn từ Swade, tr. 158.

262 “Tôi rất nóng lòng chuyện với ngài”: Sđd, tr. 159.

265 “Giả sử mối liên hệ căn bản”: Sđd, tr. 170.

Thư mục tham khảo

1. Adams, Mike. Lee de Forest: King of Radio, Television and Film. Springer/ Copernicus Books, 2012.

2. Allen, William F. “Report on the subject of National Standard Time Made to the General and Southern Railway Time Convention held in St. Louis, April 11, 1883, and in New York City, April 18, 1883.” New York Public Library. http://archives.nypl.org/uploads/collection/pdf_finding_aid/allenwf.pdf.

3. Ashenburg, Katherine. The Dirt on Clean: An Unsanitized History. North Point, 2007.

4. Baldry, P. E. The Battle Against Bacteria. Cambridge University Press, 1965.

5. Barnett, JoEllen. Time’s Pendulum: The Quest to Capture Time—From Sundials to Atomic Clock. Thomson Learning, 1999.

6. Bartky, I. R. “The Adoption of Standard Time,” Technology and Culture 30 (1989): 48–49.

7. Basker, Emek. “Raising the Barcode Scanner: Technology and Productivity in the Retail Sector,” American Economic Journal: Applied Economics 4, no. 3 (2012): 1–27.

8. Berger, Harold. The Mystery of a New Kind of Rays: The Story of Wilhelm Conrad Roentgen and His Discovery of X-Rays. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2012.

9. Blair, B. E. “Precision Measurement and Calibration: Frequency and Time,” NBS Special Publication 30, no. 5, selected NBS Papers on Frequency and Time.

10. Blum, Andrew. Tubes: A Journey to the Center of the Internet. Ecco, 2013.

11. Brown, George P. Drainage Channel and Waterway: A History of the Effort to Secure an Effective and Harmless Method for the Disposal of the Sewage of the City of Chicago, and to Create a Navigable Channel Between Lake Michigan and the Mississippi River. General Books, 2012.

12. Brown, Leonard. John Coltrane and Black America's Quest for Freedom: Spirituality and the Music. Oxford University Press, 2010.

13. Bruck, Hermann Alexander. The Peripatetic Astronomer: The Life of Charles Piazzi Smyth. Taylor & Francis, 1988.

14. Burian, S. J., Nix, S. J., Pitt, R. E., and Durrans, R. S. "Urban Wasterwater Management in the United States: Past, Present, and Future," Journal of Urban Technology 7, no. 3 (2000): 33–62.

15. Cain, Louis P. "Raising and Watering a City: Ellis Sylvester Chesbrough and Chicago's First Sanitation System," Technology and Culture 13, no. 3 (1972): 353–372.

16. Chesbrough, E. S. "The Drainage and Sewerage of Chicago," paper read (explanatory and descriptive of maps and diagrams) at the annual meeting in Chicago, September 25, 1887.

17. Clark, G. "Factory Discipline," The Journal of Economic History 54, no. 1 (1994): 128–163.

18. Clegg, Brian. Roger Bacon: The First Scientist. Constable, 2013.

19. The Clorox Company: 100 Years, 1,000 Reasons. The Clorox Company, 2013.

20. Cohn, Scotti. It Happened in Chicago. Globe Pequot, 2009.

21. Courtwright, David T. Forces of Habit: Drugs and the Making of the Modern World. Harvard University Press, 2002.

22. Cutler, D., and Miller, G. "The Role of Public Health Improvements in Health Advances: The Twentieth-Century United States," Demography 42, no. 1 (2005): 1–22.

23. De Landa, Manuel. War in the Age of Intelligent Machines. Zone, 1991.

24. Dickens, Charles. Hard Times. Knopf, 1992.

25. Diekman, Diane. Twentieth Century Drifter: The Life of Marty Robbins. University of Illinois Press, 2012.

26. Dolin, Eric Jay. Leviathan: The History of Whaling in America. Norton, 2007.

27. Douglas, Susan J. Inventing American Broadcasting, 1899–1922. Johns Hopkins University Press, 1989.

28. Drake, Stillman. Galileo at Work: His Scientific Biography. Dover, 1995.

29. Dreiser, Theodore. “Great Problems of Organization, III: The Chicago Packing Industry,” Cosmopolitan 25 (1895).

30. Dreyfus, John. The Invention of Spectacles and the Advent of Printing. Oxford University Press, 1998.

31. Ekirch, Roger. At Day’s Close: A History of Nighttime. Phoenix, 2006.

32. Essman, Susie. What Would Susie Say? Bullsh*t Wisdom About Love, Life, and Comedy. Simon & Schuster, 2010.

33. Fagen, M. D., ed. A History of Engineering and Science in the Bell System: National Service in War and Peace (1925–1975). Bell Labs, 296–317.

34. Fang, Irving E. A History of Mass Communication: Six Information Revolutions. Focal, 1997.

35. Fisher, Leonard Everett. The Glassmakers (Colonial Craftsmen). Cavendish Square Publishing, 1997.

36. Fishman, Charles, The Big Thirst: The Secret Life and Turbulent Future of Water. Free Press, 2012.

37. Flanders, Judith. Consuming Passions: Leisure and Pleasures in Victorian Britain. Harper Perennial, 2007.

38. Foster, Russell, and Kreitzler, Leon. Rhythms of Life: The Biological Clocks That Control the Daily Lives of Every LivingThing. Yale University Press, 2005.

39. Freeberg, Ernest. The Age of Edison: Electric Light and the Invention of Modern America. Penguin, 2013.

40. Friedel, Robert D., Israel, Paul, and Finn, Bernard S. Edison's Electric Light: The Art of Invention. Johns Hopkins University Press, 2010.

41. Frost, Gary L. "Inventing Schemes and Strategies: The Making and Selling of the

42. Fessenden Oscillator," Technology and Culture 42, no. 3 (2001): 462–488.

43. Gertner, Jon. The Idea Factory: Bell Labs and the Great Age of American Innovation. Penguin, 2013.

44. Gladstone, J. "John Gorrie, The Visionary. The First Century of Air Conditioning," The Ashrae Journal, article 1 (1998).

45. Gleick, James. Faster: The Acceleration of Just About Everything. Vintage, 2000.

46 Gleick, James. The Information: A History, a Theory, a Flood. Vintage, 2012.

47. Goetz, Thomas. The Remedy: Robert Koch, Arthur Conan Doyle, and the Quest to Cure Tuberculosis. Penguin, 2014.

48. Gray, Charlotte. Reluctant Genius: Alexander Graham Bell and the Passion for Invention. Arcade, 2011.

49. Haar, Charles M. Mastering Boston Harbor: Courts, Dolphins, and Imperiled Waters. Harvard University Press, 2005.

50. Hall, L. “Time Standardization.” http://railroad.lindahall.org/essays/time-standardization.html.

51. Hamlin, Christopher. Cholera: The Biography. Oxford University Press, 2009.

52. Hecht, Jeff. Beam: The Race to Make the Laser. Oxford University Press, 2005.

53. Hecht, Jeff. Understanding Fiber Optics. Prentice Hall, 2005.

54. Heilbron, John L. Galileo. Oxford University Press, 2012.

55. “Henry Ford and the Model T: A Case Study in Productivity” (Part 1). http://www.econedlink.org/lessons/index.php?lid=668&type=student.

56. Herman, L. M., Pack, A. A., and Hoffmann-Kuhnt, M. “Seeing Through Sound: Dolphins Perceive the Spatial Structure of Objects Through Echolocation,” Journal of Comparative Psychology 112 (1998): 292–305.

57. Hijiya, James A. Lee DeForest and the Fatherhood of Radio. Lehigh University Press, 1992.

58. Hill, Libby. The Chicago River: A Natural and Unnatural History. Lake Claremont Press, 2000.

59. Howse, Derek. Greenwich Time and the Discovery of the Longitude. Oxford University Press, 1980.

60. Irwin, Emily. “The Spermaceti Candle and the American Whaling Industry,” Historia 21 (2012).

61. Jagger, Cedric. The World’s Greatest Clocks and Watches. Galley Press, 1987.

62. Jefferson, George, and Lowell, Lindsay. Fossil Treasures of the Anza-Borrego Desert: A Geography of Time. Sunbelt Publications, 2006.

63. Jonnes, Jill. Empires of Light: Edison, Tesla, Westinghouse, and the Race

to Electrify the World. Random House, 2004.

64. Klein, Stefan. Time: A User's Guide. Penguin, 2008.

65. Klooster, John W. Icons of Invention: The Makers of the Modern World from Gutenberg to Gates. Greenwood, 2009.

66. Koestler, Arthur. The Act of Creation. Penguin, 1990.

67. Kurlansky, Mark. Birdseye: The Adventures of a Curious Man. Broadway Books, 2012.

68. Landes, David S. Revolution in Time: Clocks and the Making of the Modern World. Belknap Press, 2000.

69. Livingston, Jessica. Founders at Work: Stories of Startups' Early Days. Apress, 2008.

70. Lovell, D. J. Optical Anecdotes. SPIE Publications, 2004.

71. Macfarlane, Alan, and Martin, Gerry. Glass: A World History. University of Chicago Press, 2002.

72. Macrae, David. The Americans at Home: Pen-and-ink Sketches of American Men, Manners and Institutions, Volume 2. Edmonston & Douglas, 1870.

73. Maier, Pauline. Inventing America: A History of the United States, Volume 2. Norton, 2005.

74. Matthew, Michael R., Clough, Michael P., and Ogilvie, C. "Pendulum Motion: The Value of Idealization in Science." http://www.storybehindthescience.org/pdf/pendulum.pdf.

75. McCrossen, Alexis. Marking Modern Times: A History of Clocks, Watches, and Other Timekeepers in American Life. University of Chicago Press, 2013.

76. McGuire, Michael J. The Chlorine Revolution. American Water Works

Association, 2013.

77. Mercer, David. The Telephone: The Life Story of a Technology. Greenwood, 2006.

78. Millard, Andre. America on Record: A History of Recorded Sound. Cambridge University Press, 2005.

79. Miller, Donald L. City of the Century: The Epic of Chicago and the Making of America. Simon & Schuster, 1996.

80. Morris, Robert D. The Blue Death: Disease, Disaster, and the Water We Drink. Harper, 2007.

81. Mumford, Lewis. Technics and Civilisation. Routledge, 1934.

82. Ness, Roberta. Genius Unmasked. Oxford University Press, 2013.

83. Ngozika Ihewulezi, Cajetan. The History of Poverty in a Rich and Blessed America: A Comparative Look on How the Euro-Ethnic Immigrant Groups and the Racial Minorities Have Experienced and Struggled Against Poverty in American History. Authorhouse, 2008.

84. Nicolson, Malcolm, and Fleming, John E. E. “Imaging and Imagining the Foetus: The Development of Obstetric Ultrasound.” Johns Hopkins University Press, 2013.

85. Ollerton, J., and Coulthard, E. “Evolution of Animal Pollination,” Science 326.5954 (2009): 808–809.

86. Pack, A. A., and Herman, L. M. “Sensory Integration in the Bottlenosed Dolphin: Immediate Recognition of Complex Shapes Across the Senses of Echolocation and Vision,” Journal of the Acoustical Society of America 98 (1995): 722–733.

87. Pack, A. A., Herman, L. M., and Hoffmann-Kuhnt, M. “Dolphin echolocation shape perception: From Sound to Object.” In J. Thomas, C. Moss, and Vater, M. (eds.).

88. Pack, A. A., and Herman, L. M. “Seeing Through Sound: Dolphins (Tursiops truncatus) Perceive the Spatial Structure of Objects Through Echolocation,” Journal of Comparative Psychology 112, no. 3 (1998): 292–305.

89. Pascal, Janet B. Jacob Riis: Reporter and Reformer. Oxford University Press, 2005.

90. Pendergrast, Mark. Mirror Mirror: A History of the Human Love Affair with Reflection. Basic Books, 2004.

91. Patterson, Clair C. (1922–1995), interviewed by Shirley K. Cohen. March 5, 6, and 9, 1995. Archives California Institute of Technology, Pasadena, California. http://oralhistories.library.caltech.edu/32/1/OH_Patterson.pdf.

92. Poe, Marshall T. A History of Communications: Media and Society from the Evolution of Speech to the Internet. Cambridge University Press, 2010.

93. Polsby, Nelson W. How Congress Evolves: Social Bases of Institutional Change. Oxford University Press, 2005.

94. Praeger, Dave. Poop Culture: How America Is Shaped by Its Grossest National Product. Feral House, 2007.

95. Price, R. “Origins of the Waltham Model 57.” Copyright © 1997–2012 Price-Less Ads. http://www.pricelessads.com/m57/monograph/main.pdf.

96. Priestley, Philip T. Aaron Lufkin Dennison—an Industrial Pioneer and His Legacy.National Association of Watch & Clock Collectors, 2010.

97. Ranford, J. L. Analogue Day. Ranford, 2014.

98. Rhodes, Richard. Hedy’s Folly: The Life and Breakthrough Inventions of Hedy Lamarr, the Most Beautiful Woman in the World. Vintage, 2012.

99. Ribbat, Christoph. Flickering Light: A History of Neon. Reaktion Books, 2013.

100. Richards, E. G. Mapping Time: The Calendar and Its History. Oxford

University Press, 2000.

101 Riis, Jacob A. How the Other Half Lives: Studies among the Tenements of New York. Dover, 1971.

102. Roberts, Sam. Grand Central Station: How a Station Transformed America. Grand Central Publishing, 2013.

103. Royte, Elizabeth. Bottlemania: How Water Went On Sale And Why We Bought It. Bloomsbury, 2008.

104. Shachtman, Tom. Absolute Zero and the Conquest of Cold. Houghton Mifflin, 1999.

105. Schlesinger, Henry. The Battery: How Portable Power Sparked a Technological Revolution. Harper Perennial, 2011.

106 Schwartz, Hillel. Making Noise—From Babel to the Big Bang and Beyond. MIT Press, 2011.

107. Senior, John E. Marie and Pierre Curie. Sutton Publishing, 1998.

108. Silverman, Kenneth. Lightning Man: The Accursed Life of Samuel F. B. Morse. Da Capo Press, 2004.

109. Sinclair, Upton. The Jungle. Dover, 2001.

110. Skrabec, Quentin R., Jr. Edward Drummond Libbery: American Glassmaker. McFarland, 2011.

111. Sterne, Jonathan. The Audible Past: Cultural Origins of Sound Reproduction. Duke University Press, 2003.

112. Steven-Boniecki, Dwight. Live TV: From the Moon. Apogee Books, 2010.

Stross, Randall E. The Wizard of Menlo Park: How Thomas Alva Edison Invented the Modern World. Crown, 2007.

113 Swade, Doron. The Difference Engine: Charles Babbage and the Quest to Build the First Computer. Penguin, 2002.

114. Taylor, Nick. Laser: The Inventor, the Nobel Laureate, and the Thirty-Year Patent War. Backprint.com, 2007.

115. Thompson, Emily. The Soundscape of Modernity: Architectural Acoustics and the Culture of Listening in America, 1900–1933. MIT Press, 2004.

116. Thompson, E. P. “Time, Work-Discipline and Industrial Capitalism,” Past & Present 38 (1967): 56–97.

117. Thoreau, Henry David. Walden. Phoenix, 1995.

118. Toole, Betty Alexandra. Ada, the Enchantress of Numbers: Poetical Science. Critical Connection, 2010.

119. Toso, Gianfranco. Murano Glass: A History of Glass. Arsenale, 1999.

120. Venturi, Robert, Scott Brown, Denise, and Izenour, Steven. Learning From Las Vegas. MIT Press, 1977.

121. Verità, Marco. “L’invenzione del cristallo muranese: Una verifica ana litica delle fonti storiche,” Rivista della Stazione Sperimental del Vetro 15 (1985): 17–29.

122. Watson, Peter. Ideas: A History: From Fire to Freud. Phoenix, 2006.

Weightman, Gavin. The Frozen Water Trade: How Ice from New England Kept the World Cool. HarperCollins, 2003.

123. Wells, H. G. The War of the Worlds. New American Library, 1986.

124. Wheen, Andrew. Dot-Dash to Dot.Com: How Modern Telecommunications Evolved from the Telegraph to the Internet. Springer, 2011.

125. White, M. “The Economics of Time Zones,” March 2005.

http://www.learningace.com/doc/1852927/fbfb4e95bef9efa4666d23729d3aa5

126. Willach, Rolf. The Long Route to the Invention of the Telescope. American Philosophical Society, 2008.

127. Wilson, Bee. Swindled: The Dark History of Food Fraud, from Poisoned Candy to Counterfeit Coffee. Princeton University Press, 2008.

128. Wiltse, Jeff. Contested Waters: A Social History of Swimming Pools in America. University of North Carolina Press, 2010.

129. Wolfe, Tom. The Kandy-Kolored Tangerine-Flake Streamline Baby. Picador, 2009.

Woods-Marsden, Joanna. Renaissance Self-Portraiture: The Visual Construction of Identity and the Social Status of the Artist. Yale University Press, 1998.

130. Woolley, Benjamin. The Bride of Science: Romance, Reason, and Byron’s Daughter. McGraw-Hill, 2000.

131. Wright, Lawrence. Clean and Decent: The Fascinating History of the Bathroom and the Water Closet. Routledge & Kegan Paul, 1984.

132. Yochelson, Bonnie. Rediscovering Jacob Riis: The Reformer, His Journalism, and His Photographs. New Press, 2008.

133. Yong, Ed. “Hummingbird Flight Has a Clever Twist,” Nature (2011).

134. Zeng, Yi, et al. “Causes and Implications of the Recent Increase in the Reported Sex Ratio at Birth in China,” Population and Development Review 19, no. 2 (1993): 294–295.